

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-44186

(43)公開日 平成9年(1997)2月14日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 3/02	3 0 1		G 1 0 L 3/02	3 0 1 D
9/00			9/00	F
	3 0 1			3 0 1 A
H 0 4 B 15/00			H 0 4 B 15/00	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 33 頁)

(21)出願番号 特願平7-194580

(22)出願日 平成7年(1995)7月31日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年3月14日  
 社団法人日本音響学会発行の「日本音響学会平成7年度  
 春季研究発表会講演論文集 I」に発表

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 増田 郁代

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 吉住 嘉之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 山田 義則

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

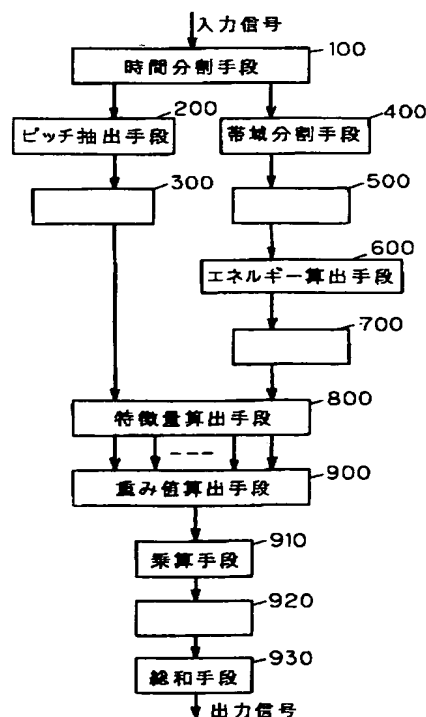
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 雑音抑制装置

(57)【要約】

【目的】 雑音が混在した音響信号から雑音を抑制する  
 雑音抑制装置を提供する。

【構成】 信号の時間分割手段100は入力信号を短時間セグメントに分割しピッチ抽出手段200は入力信号のピッチを抽出する。周波数帯域分割手段400は短時間信号を周波数分割しエネルギーまたは実効値の算出手段600は周波数分割手段の出力のエネルギーまたは実効値を算出する。特徴量の算出手段800は特徴量を計算し重み値の算出手段900は信号の重み値を算出する。乗算手段910は入力信号の周波数と重み値を乗算し総和手段930は乗算手段910の出力を時間と周波数にわたり総和する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】音響信号を時間分割する信号の時間分割手段と、前記信号の時間分割手段による短時間セグメントの信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、前記ピッチ抽出手段によって求められたピッチを格納する第2の記憶手段と、前記信号の時間分割手段の出力信号を複数の周波数帯域に分割する周波数帯域分割手段と、前記周波数帯域分割手段の出力を格納する第3の記憶手段と、前記第3の記憶手段の出力のエネルギーまたは実効値を算出するエネルギーまたは実効値算出手段と、前記エネルギーまたは実効値または実効値算出手段の出力を格納する第4の記憶手段と、前記第4の記憶手段と前記第2の記憶手段の出力から特徴量の算出を行う特徴量の算出手段と、ある時間区間のある周波数帯域の信号の重み値の算出を行う重み値の算出手段と、前記第3の記憶手段の出力と前記重み値の算出手段の積を算出する乗算手段と、前記乗算手段の出力を格納する第4の記憶手段と、前記第4の記憶手段の出力の総和を算出する総和手段とを備えたことを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項2】重み値の算出手段は特徴量の有無によって重み値を決定することを特徴とする請求項1記載の雑音抑制装置。

【請求項3】特徴量の算出手段は特徴量の確からしさを特徴量の評価尺度とすることを特徴とする請求項1記載の雑音抑制装置。

【請求項4】重み値の算出手段は特徴量の評価測度を乗算により統合することにより重み値を算出することを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項5】重み値の算出手段は特徴量の評価測度をファジィ積分により統合することにより重み値を算出することを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項6】ピッチの抽出手段は複数のピッチ抽出方法を用い複数の出力の平均値をピッチとして用いることを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項7】特徴量の算出手段は複数のピッチ抽出手段の出力からピッチの確からしさを算出することを特徴とする請求項3記載の雑音抑制装置。

【請求項8】ピッチ抽出手段は異なる複数のピッチ推定法により推定されたピッチによりピッチを推定することを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項9】特徴量の算出手段は異なる二つのピッチ推定法により推定されたピッチの差から推定されたピッチの確からしさを求めることを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項10】特徴量の算出手段は異なる複数のピッチ推定法により推定されたピッチの分散から推定されたピッチの確からしさを求めることを特徴とする雑音抑制装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、音声などの音響信号の

周波数成分を人間の聴覚特性をもちいて重み付けすることにより、雑音が混在した音響信号から目的音を抽出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】複数の信号が混合した音響信号や雑音が混在する音響信号からひとつの音響信号だけを取り出す技術は数種にわたる。例えば、複数のマイクロフォンを配列しマイクロフォンに到達する信号の時間差や位相差、レベル差を利用して信号を分離するものもある。特開平1-118900はその一例である。図1はこの従来の雑音抑圧装置の構成図を示すものであり、1は音声信号入力用の接話マイク、2は雑音成分信号入力用のセンサマイク、3及び4はローパスフィルタ、5はバンドパスフィルタバンク、10iから10Nは雑音除去回路、11iから11Nは位相差検出補正回路、12iから12Nはレベル差検出補正回路である。バンドパスフィルタバンクにより分析された時間信号とそれを整流平滑したスペクトル信号を用いて雑音の除去を行うものである。しかし、この手法ではモノラルの信号に複数の音響信号が混在する時には信号の分離ができない。また、雑音の性質や信号の性質が既知の場合楕円フィルタや自己相関を用いた信号分離も試みられている。しかし、混在信号が既知でない時この手法では信号の分離ができない。

【0003】ところで、最近音の知覚的な側面に注目して音響信号の分離が試みられている。このような手法はモノラル信号に複数の信号が混在しているときでも有効で信号の性質も未知でよく音声楽器音といった調波構造をもつ信号の分離に有効な手段である。知覚的な音の統合のための音響信号の物理的な特徴はBregmanらによって心理学的に調べられている。人間が音を群化する際周波数成分の高調波関係の有無、周波数成分の振幅変化の共通性のずれ、音の時間的な連続性などの特徴が重要ながかりになっていることがわかっている

(A.S.Bregman Auditory Scene Analysis, Mit Press(1990))。

【0004】Brownらは、この特徴を利用して、信号分離を試みている(G.J.Brown M.P.Cooke (1992) A Computational model of auditory scene analysis, Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing(ICSLP))。システムは、まず人間の聴覚的特性を模擬したモデルによって周波数解析に相当する処理を行う。次に周波数成分を抽出し、それらの立ち上がり時刻のずれ、および高調波という特徴に基づいて、ヒューリスティクスを用いて主要な領域をグループ化し、これを目的音声とみなして音響信号を再合成する仕組みになっている。しかし、この手法では抽出する目的信号と除去する信号が周波数上で重なるとき信号が欠落するため不明瞭な音声信号しか抽出できなかった。また、その信号の欠落を補償するためDPを用いた信号の補間(M.P.Cooke(1993) Computational auditory sc

ne analysis: Exploiting principles of perceived c  
ontinuity Speech Communication 13 391-399) や HM  
Mをもちいた補間 (M.P.Cooke(1994) Learning to rec  
ognise speech in noisy environments, Proceedings o  
f ATR Workshop on A Biological Framework for Speec  
h Perception and Production) が試みられているが、一  
度落ちた情報を再現するためには膨大な計算が必要にも  
かかわらず効果は小さい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しながら、上記の 10  
従来の構成では、

- (1) 抽出すべき信号の性質が既知でなければならない。
- (2) 複数のマイクロフォンが必要である。
- (3)  $S/N$ が改善されても、音声の認識にとって重要な音響信号も欠落する。
- (4) 信号の特徴がロバストに抽出されなければならないので、計算量が膨大になる。という問題点を有していた。

【 0 0 0 6 】本発明は上記従来の課題を解決するもので 20  
パラメータの抽出が不確かであっても抽出すべき信号が  
含まれている見込みの大きさに従って入力信号の重みづ  
けをすることで完全に抽出すべき信号を欠落されること  
がなく音声の明瞭さを損なわず雑音の低減を実現するこ  
とを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の雑音抑制装置は、音響信号を時間分割する信号の時間分割手段と、前記信号の時間分割手段による短時間セグメントの信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、前記ピッチ抽出手段によって求められたピッチを格納する第1の記憶手段と、前記信号の時間分割手段の出力信号を複数の周波数帯域に分割する周波数帯域分割手段と、前記周波数帯域分割手段の出力を格納する第2の記憶手段と、前記第1の記憶手段の出力のエネルギーを算出するエネルギー算出手段と、前記エネルギー算出手段の出力を格納する第3の記憶手段と、前記第3の記憶手段と前記第1の記憶手段の出力から特徴量の算出を行う特徴量の算出手段と、ある時間区間のある周波数帯域の信号の重み値の算出を行う重み値の算出手段と、前記第3の記憶手段の出力と前記重み値の算出手段の積を算出する乗算手段と、前記乗算手段の出力を格納する第4の記憶手段と、前記第4の記憶手段の出力の総和を算出する総和手段を有している。

【0008】

【作用】本発明は前記構成により、人間の聴覚が聴感上の雑音抑制のために利用している音の物理的な特徴を用いて入力信号の周波数の重みづけを行うことにより雑音が混在した音響信号から雑音を抑制することにより目的の音響信号を抽出することができる。

【 0 0 0 9 】

【実施例】まず本発明の実施例に共通の構成図を図2に示す。

【００１０】図２において、１００は入力信号を短時間セグメントに分割する時間分割手段、２００は入力信号のピッチを抽出するしピッチ抽出手段、４００は短時間信号を周波数分割する周波数帯域分割手段、６００はエネルギーまたは実効値の算出手段、８００は特徴量を計算する特徴量算出手段、９００は重み値算出手段、９１０は入力信号の周波数と重み値を乗算する乗算手段、９３０は乗算手段９１０の出力を時間と周波数にわたり総和する総和手段である。

【0011】以下それぞれの具体的な実施例について説明する。

（実施例１）図３は本発明の第１の実施例における雑音抑制装置の構成を示す構成図である。

【 0 0 1 2 】図 3 において、1 0 0 0 は信号の時間切り出しを行う信号の時間分割手段、1 0 0 1 はピッチ抽出手段、1 0 0 2 は第 1 の記憶手段、1 0 0 3 は周波数帯域分割フィルタ、1 0 0 4 は第 2 の記憶手段、1 0 0 5 はエネルギーの算出手段、1 0 0 6 は第 3 の記憶手段、1 0 0 7 は特徴量の算出手段、1 0 0 8 は重み値の算出手段、1 0 0 9 は乗算手段、1 0 1 0 は第 4 の記憶手段、1 0 1 1 は総和手段である。

【0013】以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。信号の時間分割手段1000は音響信号を時間T毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので、 $\delta t$ は13ms、Tは26msとする。前記信号の時間分割手段1000の形状をハニング窓とすると前記信号の時間分割手段W( $t+kT$ )は(数1)で表すことができる。

【 0 0 1 4 】

【数 1】

$$W(t+kT) = 0.5 \cdot (1 - \cos(2\pi t/T))$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

【0015】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $Sig(t+kT)$  ( $t=0\sim\delta t$ )とする。入力音声 $Speech(t+kT)$ とすると $Sig(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0016】

【数2】

$$\text{Sig}(t+kT) = W(t+kT) \cdot \text{Speech}(t+kT)$$

【0017】ピッチ抽出手段1001は $\text{Sig}(t+kT)$ のピッチを抽出する。ピッチは、ケプストラム法、自己相関法などを用いて抽出される。抽出されたピッチを $f_p(kT)$ とする。第1の記憶手段1002は前記ピッチ抽出手段1001で求められた $f_p(kT)$ を格納する。また、周波数帯域分割フィルタ1003は $\text{Sig}(t+kT)$ を20Hzの周波数帯域にN分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $\text{Sig}$

( $t+kT, f_m$ )と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。 $f_m$ は帯域の中心周波数である。 $N$ 個の狭帯域信号  $Sig(t+kT, f_m)$  は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギーの算出手段1005では各  $Sig(t+kT, f_m)$  のエネルギーを算出する。前記エネルギーの算出手段1005の $N$ 個の出力を  $Ene(kT, f_m)$  と記述する。 $Ene(kT, f_m)$  は(数3)で算出される。

【0018】

【数3】

$$Ene(kT, f_m) = \int |Sig(t+kT, f_m)|^2 dt$$

【0019】 $N$ 個の  $Ene(kT, f_m)$  は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は  $Sig(t+kT, f_m)$  の特徴量を算出する。本実施例では特徴量として、ピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。このうちピッチを除く特徴量について前記特徴量の算出手段1007で算出する。

【0020】図4は本実施例における特徴量の算出手段1007の詳細図である。1101はオンセットの算出手段、1102はオフセットの算出手段、1103は連続性の算出手段、1104は調波性の算出手段、1105はオンセットの同期性の算出手段、1106はオフセットの同期性の算出手段である。

【0021】オンセットの算出手段1101では前記第3の記憶手段1006の出力の時間的な変化に基づきオンセットを定める。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエネルギーに対しある閾値以上に増加したときオンセットであると判断する。

【0022】オフセットの算出手段1102では前記第3の記憶手段の出力の時間的な変化に基づきオフセットを定める。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエネルギーに対しある閾値以上に減少したときオフセットであると判断する。

【0023】連続性の算出手段1103では前記第3の記憶手段1006の出力の時間的な変化に基づき前時刻\*

差時特徴(信号が時間的にみて存在する)=オンセット(ピッチ帯域

にオンセットが存在する)&オンセットの同期性(ピッチ帯域でのオンセット

と同期している)||連続性(全時刻と連続である)||オフセット

(ピッチ帯域にオフセットが存在する)&オフセットの同期性(ピッチ帯域での

オフセットと同期している)

【0029】このとき、 $S(t+kT, f_m)$  の重み値  $w(kT, f_m)$  は(数6)となる。

【0030】

【数6】

\*の信号と現時刻の信号が連続であるかどうかを決定する。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエネルギーに対しある閾値以下で増減したとき連続であると判断する。

【0024】調波性の算出手段1104では  $Sig(t+kT, f_m)$  がピッチ  $f_p(kT)$  に対して調波関係であるとき調波性であるとする。つまりピッチの整数倍の周波数に相当する  $f_m$  がピッチに対し調波性であると判断される。オンセットの同期性の算出手段1105では  $Sig(t+kT, f_m)$  でのオンセットがピッチ  $f_p(kT)$  のオンセット時刻を基準に同時であるとき同期的であるとする。オフセットの同期性の算出手段1106では  $Sig(t+kT, f_m)$  でのオフセットがピッチ  $f_p(kT)$  のオフセット時刻を基準に同時であるとき同期的であるとする。

【0025】図3の重み値の算出手段1008では、各特徴量(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)を組み合わせて  $Sig(t+kT, f_m)$  での重み値  $w(kT, f_m)$  を算出する。各特徴量のうち継時的特徴に関するものと周波数的特徴に関するものに分類しそれぞれの統合を行う。前記オンセット、前記オンセットの同期性、前記オフセット、前記オフセットの同期性、前記連続性を統合して前記継時的特徴とする。また、前記ピッチ、前記調波性を統合して前記周波数的特徴とする。

【0026】以下に  $Sig(t+kT, f_m)$  における各特徴量の統合方法の一例を示す。前記周波数的特徴及び前記継時的特徴は論理式(数4)(数5)によって表現できる。

【0027】

【数4】

周波数的特徴(信号が周波数的にみて存在する)  
=ピッチ(ピッチが存在する)&調波性(調波性である)

【0028】

【数5】

$w(kT, f_m)$  = 周波数的特徴 & 継時的特徴

【0031】論理値を(表1)のように割り当てる。

【0032】

【表1】

S(t+KT, f <sub>m</sub> )について		真	偽
(1)	時間t+KTに、ピッチ帯域にピッチが存在	1	0
(2)	ピッチに対し調波的である	1	0
(3)	時間t+KTに、ピッチ帯域にオンセットがある	1	0
(4)	ピッチ帯域のオンセットとオフセットが同期	1	0
(5)	前時刻と連続である	1	0
(6)	時間t+KTに、ピッチ帯域にオフセットがある	1	0
(7)	ピッチ帯域のオフセットとオンセットが同期	1	0

【0033】あるS(t+kT, f<sub>m</sub>)に対し、(表2)のような論理値が割り当てられたとき、重み値w(kT, f<sub>m</sub>)は(数7)となる。

【0034】

【表2】

(1)	1
(2)	1
(3)	0
(4)	0
(5)	1
(6)	0
(7)	0

【0035】

【数7】

$$w(kT, f_m) = \{1 \& 1\} \& \{(0 \& 0) || 1 || (0 \& 0)\} = 1$$

【0036】図3の乗算手段1009はSig(t+kT, f<sub>m</sub>)と重み値w(kT, f<sub>m</sub>)を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全てのk, mについて、w(kT, f<sub>m</sub>) × Sig(t+kT, f<sub>m</sub>)を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0037】なお、各特徴量のうち調波性かまたは連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅δtや分割の時間周期Tは前記δt=13ms、T=26msに限ったものではなく、形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001は、ケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は20Hzに限ったものではない。また、前記調波性の算出手

段1104において、調波性と判断するものはピッチの整数倍に限ったものでなく、偶数倍や奇数倍でもよく、また、それらの周波数を中心に幅をもたせてもよい。また、前記オンセットの同期性の算出手段1105において、同期的と判断する時間のずれは0でなくてもよい。つまり、ピッチ帯域でオンセットが検出された時刻の前後でも同期的であると判断してもよい。また、前記オフセットの同期性の算出手段1106において、同期的と判断する時間のずれは0でなくてもよい。つまり、ピッチ帯域でオフセットが検出された時刻の前後でも同期的であると判断してもよい。また、前記重み値の算出手段1008において、各特徴量を論理値(0, 1)以外で表現してもよく、また、特徴量の統合による重み値の算出方法も論理積や論理和に限ったものではない。また、オンセットやオフセットや連続性の判断に使うエネルギーの差の算出は隣合う時間セグメントの比較に限らず時間が離れていたり複数の時間セグメントの比較を行ってもよい。

【0038】なお、後述する実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、また、エネルギーの算出手段1006は実効値算出手段をもちいてもよい。

【0039】(実施例2)以下本発明の信号分離装置における一実施例について図面を参照しながら説明する。

【0040】本実施例の主たる構成図は、第1の実施例と同様、図3である。以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。

【0041】信号の時間分割手段1000は音響信号を時間T毎にδtの時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので、δtは13ms、Tは26msとする。前記信号の時間分割手段の形状をハニング窓とすると前記信号の時間分割手段W(t+kT)は(数1)で表すことができる。

【0042】前記信号の時間分割手段W(t+kT)の出力信号をSig(t+kT)(t=0~δt)とする。入力音声をSpeech(t+kT)とするとSig(t+kT)は(数2)で表される。

【0043】ピッチ抽出手段1001は複数の抽出方法

を用いて  $\text{Sig}(t+kT)$  のピッチを抽出する。図5は本実施例における前記ピッチ抽出手段1001の詳細図である。図5において、1200は第1のピッチ抽出手段、1201は第2のピッチ抽出手段、1202は第nのピッチ抽出手段 ( $n=2, 3, \dots$ )、1203はピッチの推定値の算出手段である。第1のピッチ抽出手段1200によってピッチ  $f_{p1}(kT)$  が、第2のピッチ抽出手段1201によってピッチ  $f_{p2}(kT)$  が、第nのピッチ抽出手段1202によってピッチ  $f_{pn}(kT)$  が計算されたとする。このときピッチの推定値の算出手段1203によってピッチの推定値  $f_p(kT)$  は(数8)で求められる。

【0044】

【数8】

$$f_p(kT) = (f_{p1}(kT) + f_{p2}(kT) + \dots + f_{pn}(kT)) / n$$

【0045】図3において、第1の記憶手段1002は、前記ピッチ抽出手段1001で求められたピッチ  $f_p(kT)$  を格納する。

【0046】また、周波数帯域分割フィルタ1003は  $\text{Sig}(t+kT)$  を20Hzの周波数帯域にN分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  と記述する ( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$  は帯域の中心周波数である。N個の狭帯域信号  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギーの算出手段1005では各  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  のエネルギーを算出する。前記エネルギーの算出手段1005のN個の出力を  $E_{ne}(kT, f_m)$  と記述する。  $E_{ne}(kT, f_m)$  は(数3)で算出される。

【0047】N個の  $E_{ne}(kT, f_m)$  は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  の特徴量を算出する。本実施例では特徴量として、ピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。このうちピッチを除く特徴量について前記特徴量の算出手段1007で算出する。

【0048】図4は、前記特徴量の算出手段1007の詳細図である。1101はオンセットの算出手段、1102はオフセットの算出手段、1103は連続性の算出手段、1104は調波性の算出手段、1105はオンセットの同期性の算出手段、1106はオフセットの同期性の算出手段である。

【0049】オンセットの算出手段1101では前記第3の記憶手段1006の出力の時間的な変化に基づきオンセットを定める。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエネルギーに対しある閾値以上に増加したときオンセットであると判断する。

【0050】オフセットの算出手段1102では前記第3の記憶手段の出力の時間的な変化に基づきオフセットを定める。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエ

ネルギーに対しある閾値以上に減少したときオフセットであると判断する。

【0051】連続性の算出手段1103では前記第3の記憶手段1006の出力の時間的な変化に基づき前時刻の信号と現時刻の信号が連続であるかどうかを決定する。つまり、現時刻のエネルギーが前記時刻のエネルギーに対しある閾値以下で増減したとき連続であると判断する。

【0052】調波性の算出手段1104では  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  がピッチ  $f_p(kT)$  に対して調波関係であるとき調波的であるとする。つまり、ピッチの整数倍の周波数に相当する  $f_m$  がピッチに対し調波的であると判断される。

【0053】オンセットの同期性の算出手段1105では  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  でのオンセットがピッチ  $f_p(kT)$  のオンセット時刻を基準に同時であるとき同期的であるとする。

【0054】オフセットの同期性の算出手段1106では  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  でのオフセットがピッチ  $f_p(kT)$  のオフセット時刻を基準に同時であるとき同期的であるとする。

【0055】図3の重み値の算出手段1008では、各特徴量(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)を組み合わせて  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  での重み値  $w(t+kT, f_m)$  を算出する。各特徴量のうち継続的特徴に関するものと周波数的特徴に関するものに分類しそれぞれの統合を行う。前記オンセット、前記オンセットの同期性、前記オフセット、前記オフセットの同期性、前記連続性を統合して前記継続的特徴とする。また、前記ピッチ、前記調波性を統合して前記周波数的特徴とする。

【0056】以下に  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  における前記各特徴量の統合方法の一例を示す。

【0057】前記周波数的特徴及び前記継続的特徴は論理式(数4)(数5)によって表現できる。

【0058】このとき、  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  の重み値  $w(kT, f_m)$  は(数6)となる。

【0059】論理値を(表1)のように割り当てる。ある  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  に対し、(表2)のような論理値が割り当てられたとき、重み値  $w(kT, f_m)$  は(数7)となる。

【0060】図3の乗算手段1009は  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  と重み値  $w(kT, f_m)$  を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全てのk, mについて、  $w(kT, f_m) \times \text{Sig}(t+kT, f_m)$  を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0061】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる

必要はない。また、前記特徴量（ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性）以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t = 13 \text{ ms}$ 、 $T = 26 \text{ ms}$ に限ったものではなく形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001は、ケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は20Hzに限ったものではない。また、前記調波性の算出手段1104において調波的と判断するものはピッチの整数倍に限ったものでなく、ピッチの偶数倍や奇数倍でもよく、また、それらの周波数を中心に幅をもたせてもよい。また、前記オンセットの同期性の算出手段1105において同期的と判断する時間のずれは0でなくてもよい。つまり、ピッチ帯域でオンセットが検出された時刻の前後でも同期的であると判断してもよい。また、前記オフセットの同期性の算出手段1106において同期的と判断する時間のずれは0でなくてもよい。つまり、ピッチ帯域でオフセットが検出された時刻の前後でも同期的であると判断してもよい。また、前記重み値の算出手段1008において各特徴量を論理値(0, 1)以外で表現してもよく、また、前記特徴量の統合による重み値の算出方法も論理積や論理和に限ったものではない。

【0062】また、オンセットやオフセットや連続性の判断に使うエネルギーの差の算出は隣あう時間セグメントの比較に限らず時間が離れていたり複数の時間セグメントの比較を行ってもよい。

【0063】なお、後述する実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、また前記エネルギーの算出手段1005は実効値算出手段をもちいてもよい。

【0064】（実施例3）以下本発明の信号分離装置における一実施例について図面を参照しながら説明する。

【0065】本実施例においても主の構成図は図3である。以下、本実施例の動作について説明する。

【0066】信号の時間分割手段1000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので $\delta t$ は13ms、 $T$ は26msとする。前記信号の時間分割手段1000の形状はハニング窓とすると信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0067】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $\text{Sig}(t+kT)$  ( $t=0 \sim \delta t$ ) とする。入力音声を $\text{Speech}(t+kT)$  とすると、 $\text{Sig}(t+kT)$  は(数2)で表される。

【0068】ピッチ抽出手段1001は $\text{Sig}(t+kT)$  のピッチを抽出する。ピッチはケプストラム法、自己相関法などを用いて抽出される。第1の記憶手段10

02は前記ピッチ抽出手段1001で求められたピッチ $f_p(kT)$  を格納する。また、周波数帯域分割フィルタ1003は $\text{Sig}(t+kT)$  を20Hzの周波数帯域に $N$ 分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  と記述する ( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$  は帯域の中心周波数である。  $N$  個の狭帯域信号 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギーの算出手段1005では各 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  のエネルギーを算出する。前記エネルギーの算出手段1005の $N$ 個の出力を $E_{ne}(kT, f_m)$  と記述する。  $E_{ne}(kT, f_m)$  は(数3)で算出される。

【0069】  $N$  個の $E_{ne}(kT, f_m)$  は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  の特徴量を算出する。本実施例では特徴量として、ピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0070】図6は本実施例における特徴量の算出手段1007の詳細図である。図6において、1301はピッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。

【0071】以下で各特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。ピッチの評価測度の算出手段1301において、 $f_p(kT)$  に対しピッチが存在しうる範囲を確率的に定義し $\text{Sig}(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを算出する。図7はピッチが存在しうる周波数の確率分布の一例である。 $f_p(kT)$  に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると $\text{Sig}(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを $\text{Rel\_pitch}(kT, f_m)$  は分布の分散を $\sigma$  とすると(数9)によって与えられる。

【0072】

【数9】

$$\text{Rel\_pitch}(kT) = \exp(-((f_m - f_p) / \sigma)^2)$$

【0073】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻 $k=2$  から $k=6$  まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさをの算出手段について説明する。

【0074】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のよう

に異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。オンセットの確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続にこえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均か\*

$$\text{Rel-on}(kT, f_m) = 1 - 1 / (1 + \exp(\alpha E_{\text{Dir}}1 + \beta))$$

$$\alpha = 0.7324 \quad \beta = -6.5916$$

$$E_{\text{Dir}}1 = 10 \log_{10} (\text{Ene}(kT, f_m) / \sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j) / 48)$$

ここで、 $\sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j)$ は

図2400中の(1)+(2)+(3)に相当し、 $\text{Ene}(kT, f_m)$ は(4)に相当する。

【0076】図11は(数10)を図式化したものである。前記オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまではピッチ帯域でのみ計算される。図10及び図11は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさの計算を始める。次に、 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさ1.0が算出できたとする。30

この時図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, *$

$$E_{\text{Dir}}1 = 10 \log_{10} (\text{Ene}(kT, f_m) / \sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j) / 48)$$

$$\text{Rel-off}(kT, f_m) = 1 - 1 / (1 + \exp(\alpha E_{\text{Dir}}1 + \beta))$$

$$\alpha = 0.7324 \quad \beta = -6.5916$$

【0079】前記オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻 $k=6$ でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻 $k=6$ において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$ と $(6, 3)$ で前記オフセットの確からしさ1.0を算出できたとすると図15の

\*ら前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさの算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $\text{Sig}(kT, f_m)$ の前記オンセットの確からしさ $\text{Rel-on}(E_{\text{Dir}}1)$ は(数10)で算出される。

【0075】

【数10】

※3)に前記オンセットの確からしさ1.0を割り当てる。

【0077】オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさ $\text{Rel-off}(E_{\text{Dir}}1)$ は前記オンセットの確からしさの算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0078】

【数11】

ように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0080】連続性の評価測度の算出手段1304では音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16は前記連続性の確からしさの算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域にお



15

る現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms  
s 区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から  
前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさを

$$\text{Rel\_con}(kT, f_m) = 1 / (1 + \exp(\alpha |E_{\text{Dir}2}| + \beta))$$

$$\alpha = 0.7324 \quad \beta = -6.5916$$

$$E_{\text{Dir}2} = 10 \log_{10} (\sum_{i=0 \sim 15} \text{Ene}(kT-i, f_m) / \sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j))$$

ここで、 $\sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j)$ は

図3000中の(1)+(2)+(3)に相当し、 $\text{Ene}(kT, f_m)$ は(4)に相当する。

【0082】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさはオンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻 $k=2$ でオンセットが時刻 $k=6$ でオフセットが検出されたとき、時刻 $k=3$ から5までの間前記連続性の確からしさが計算され各 $(k, m)$ での連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0083】調波性の評価測度の算出手段1305では $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ が $f_p(kT)$ に対して知覚上調波関係である確からしさをもちて調波性の確からしさをとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数 $f_m$ での前記ピッチ $f_p(kT)$ の $p$ 倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ $u$ が(数13)で求められる。

【0084】

【数13】

$$u = f_m / p \cdot f_p(t) - 1$$

【0085】前記調波性の確からしさの分布関数 $\text{Rel\_harm}(u)$ は $u$ を用いて(数14)のように定義する。

【0086】

【数14】

$$\text{Rel\_harm}(t+kT, f_m) = -(1/0.026) \cdot u$$

$$\text{if } -0.026 < u < 0$$

$$= (1/0.026) \cdot u$$

$$\text{if } 0 \leq u < 0.026$$

$$= 0 \quad \text{others}$$

【0087】図19は(数14)を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0088】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオンセッ

16

\*らしさ $\text{Rel\_con}(E_{\text{Dir}})$ は(数12)で定義する。

【0081】

【数12】

$$\text{Rel\_con}(kT, f_m) = 1 / (1 + \exp(\alpha |E_{\text{Dir}2}| + \beta))$$

$$\alpha = 0.7324 \quad \beta = -6.5916$$

$$E_{\text{Dir}2} = 10 \log_{10} (\sum_{i=0 \sim 15} \text{Ene}(kT-i, f_m) / \sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j))$$

ここで、 $\sum_{i=1 \sim 16} \sum_{j=-1 \sim 1} \text{Ene}(kT-i, f_m+j)$ は

図3000中の(1)+(2)+(3)に相当し、 $\text{Ene}(kT, f_m)$ は(4)に相当する。

トが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に定義する。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を $v$ (ms)とすると、前記オンセットの同期性の確からしさ $\text{Rel\_sync}(kT, f_m)$ は(数15)で記述できる。

【0089】

【数15】

$$\text{Rel\_sync}(kT, f_m) = (1 + (1/50) \cdot v)$$

$$\text{if } -50\text{ms} < v < 0$$

$$= (1 - (1/50\text{ms}) \cdot v)$$

$$\text{if } 0 \leq v < 50\text{ms}$$

【0090】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0091】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオフセットが $f_p(kT)$ のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0092】図3の重み値の算出手段1008では評価関数に前記各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)についての確からしさを入力し、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ での重み値 $w(t+kT, f_m)$ を算出する。

【0093】各特徴量のうち継続的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさの統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記連続性の確からしさを統合して前記継続的の確

からしきとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数的確からしさとする。

【0094】図3において乗算手段1009は $Sig(t+kT, f_m)$ と重み値 $w(kT, f_m)$ を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全ての $k, m$ について、 $w(kT, f_m) \times Sig(t+kT, f_m)$ を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0095】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t=13ms$ 、 $T=26ms$ に限ったものではなく形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001はケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は20Hzに限ったものではない。また、ピッチが存在する確からしさの算出においてガウス分布以外の分布で定義してもよい。また、オンセット時刻の判断に用いる閾値は0.8以外でもよい。また、オフセット時刻の判断に用いる閾値は0.9以外でもよい。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は(数10)に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は(数11)に限らない。また、前記連続性の確からしさの算出方法は(数12)に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は(数13)および(数14)に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は(数15)に限らない。

【0096】なお、後述する実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段をもちいてもよい。

【0097】(実施例4)以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0098】本実施例も主なる構成図は図3である。本実施例の動作に付いて説明する。

【0099】信号の時間分割手段1000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので $\delta t$ は13ms、 $T$ は26msとする。前記信号の時間分割手段1000の形状をハニング窓とすると前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0100】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $Sig(t+kT)$  ( $t=0 \sim \delta t$ ) とする。入力音声を $Speech(t+kT)$  とすると、S

$ig(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0101】ピッチ抽出手段1001は複数の抽出方法を用いて $Sig(t+kT)$ のピッチを抽出する。図24は前記ピッチ抽出手段1001の詳細図である。図24において、3810は第1のピッチ抽出手段、3820は第2のピッチ抽出手段、3830はピッチの推定値の算出手段である。第1のピッチ抽出手段3810によってピッチ $f_{p1}(kT)$ が、第2のピッチ抽出手段3820によってピッチ $f_{p2}(kT)$ が計算されたとする。このとき、ピッチの推定値の算出手段3830によってピッチの推定値 $f_p(kT)$ は(数16)で求められる。

【0102】

【数16】

$$f_p(kT) = (f_{p1}(kT) + f_{p2}(kT)) / 2$$

【0103】図3において、第1の記憶手段1002は前記ピッチ抽出手段1001で求められた $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ と $f_p(kT)$ を格納する。

【0104】また、周波数帯域分割フィルタ1003は $Sig(t+kT)$ を20Hzの周波数帯域に $N$ 分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $Sig(t+kT, f_m)$ と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$ は帯域の中心周波数である。 $N$ 個の狭帯域信号 $Sig(t+kT, f_m)$ は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギーの算出手段1005では各 $Sig(t+kT, f_m)$ のエネルギーを算出する。前記エネルギーの算出手段1005の $N$ 個の出力を $Ene(kT, f_m)$ と記述する。 $Ene(kT, f_m)$ は(数3)で算出される。

【0105】前記 $N$ 個の $Ene(kT, f_m)$ は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は $Sig(t+kT, f_m)$ の特徴量を算出する。本実施例では特徴量として、ピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0106】図6は本実施例における特徴量の算出手段1007の詳細図である。図6において、1301はピッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として $Sig(t+kT, f_m)$ で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。

【0107】以下で前記特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。ピッチの評価測度の算出手段1301は、前記ピッチ抽出手段1001で計算された $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差からピッチ $f_p(kT)$ の確からしさを決定する。 $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$

19

の差が0の時ピッチは正確に抽出されたとしピッチ  $f_p(kT)$  の確からしさを1とする。 $f_{p1}(kT)$  と  $f_{p2}(kT)$  の差が大きくなると確からしさは減少する。ピッチの確からしさが図3900のように  $f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT)$  の値によってガウス分布するとするとピッチ

$$\text{Rel}(f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT)) = \exp(-(f_{p1}(t) - f_{p2}(kT)) / \sigma)^2$$

【0109】同時に、図26のように得られたピッチの推定値  $f_p(kT)$  に対しあるピッチが存在しうる範囲を確率的に定義し  $\text{Sig}(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを算出する。ピッチの推定値  $f_p(kT)$  に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると、 $\text{Sig}(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを  $\text{Rel\_pitch}(kT, f_m)$  は分散を  $\sigma$  とすると(数9)によって与えられる。

【0110】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻  $k=2$  から  $k=6$  まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさを算出手段について説明する。

【0111】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセットの確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさを算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $\text{Sig}(kT, f_m)$  の前記オンセットの確からしさを  $\text{Rel\_on}(Edif)$  は(数10)で算出される。

【0112】図11は(数10)を図式化したものである。オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまではピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻  $k=2$  でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻  $k=2$  から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさを計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$  と  $(2, 3)$  で前記オンセ

20

\*チの確からしさを  $\text{Rel}(f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT))$  が(数17)で決定される。

【0108】

【数17】

ットの確からしさを1.0が算出できたとする。この時図2700のように  $(k, m) = (2, 1)$  と  $(2, 3)$  に前記オンセットの確からしさを1.0を割り当てる。

10 【0113】オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさを  $\text{Rel\_off}(Edif)$  は前記オンセットの確からしさを算出方法と同様に(数11)で与えられる。

20 【0114】前記オフセットの確からしさをオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻  $k=6$  でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻  $k=6$  において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$  と  $(6, 3)$  で前記オフセットの確からしさを1.0を算出できたとする図15のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

30 【0115】連続性の評価測度の算出手段1304では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16はオンセットの確からしさを算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさを  $\text{Rel\_con}(Edif)$  は(数12)で定義する。

40 【0116】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻  $k=2$  でオンセットが時刻  $k=6$  でオフセットが検出されたとき、時刻  $k=3$  から5までの間前記連続性の確からしさが計算され、各  $(k, m)$  での連続性の確からしさが図18のように算出される。

50 【0117】調波性の評価測度の算出手段1305で

は、前記  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  が前記  $f_p(kT)$  に対して知覚上調波関係である確からしさをもって調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo. 5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数  $f_m$  での前記ピッチ  $f_p(kT)$  の  $p$  倍 ( $p$  は整数) の周波数からのずれ  $u$  が (数13) で求められる。

【0118】前記調波性の確からしさの分布関数  $\text{Rel\_harm}(u)$  は  $u$  を用いて (数14) のように定義する。

【0119】図19は (数14) を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0120】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  でのオンセットが  $f_p(kT)$  のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo. 5 731-740に掲載のデータを参考に定義する。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を  $v$  (ms) とすると、前記オンセットの同期性の確からしさ  $\text{Rel\_sync}(kT, f_m)$  は、(数15) で記述できる。

【0121】図21は (数15) を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0122】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  でのオフセットが  $f_p(kT)$  のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0123】図3の重み値の算出手段1008では、評価関数に各特徴 (ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性) についての確からしさを入力し  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  での重み値  $w(t+kT, f_m)$  を算出する。

【0124】各特徴量のうち継時的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさを統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記連続性の確からしさを統合して前記継時的確からしさとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記

ピッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数的確からしさとする。

【0125】図3において、乗算手段1009は  $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  と重み値  $w(kT, f_m)$  を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全ての  $k, m$  について、 $w(kT, f_m) \times \text{Sig}(t+kT, f_m)$  を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0126】なお、前記各特徴量のうち前記調波性または前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅  $\delta t$  や分割の時間周期  $T$  は前記  $\delta t = 13 \text{ ms}$ 、 $T = 26 \text{ ms}$  に限ったものではなく形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001はケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は20Hzに限ったものではない。また、ピッチが存在する確からしさの算出においてガウス分布以外の分布で定義してもよい。また、オンセット時刻の判断に用いる閾値は0.8以外でもよい。また、オフセット時刻の判断に用いる閾値は0.9以外でもよい。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は (数10) に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は (数11) に限らない。また、前記連続性の確からしさの算出方法は (数12) に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は (数13) および (数14) に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は (数15) に限らない。

【0127】なお、実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換を用いてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段を用いてもよい。

【0128】(実施例5) 以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0129】本発明の第5の実施例における主な構成図は図3である。以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。

【0130】信号の時間分割手段1000は音響信号を時間  $T$  毎に  $\delta t$  の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので  $\delta t$  は  $13 \text{ ms}$ 、 $T$  は  $26 \text{ ms}$  とする。前記信号の時間分割手段1000の形状はハニング窓とすると前記信号の時間分割手段  $W(t+kT)$  は (数1) で表すことができる。

【0131】前記信号の時間分割手段  $W(t+kT)$  の出力信号を  $\text{Sig}(t+kT)$  ( $t=0 \sim \delta t$ ) とする。入力音声を  $\text{Speech}(t+kT)$  とすると  $\text{Si}$

$g(t+kT)$  は (数2) で表される。

【0132】ピッチ抽出手段1001は複数の抽出方法を用いて  $Sig(t+kT)$  のピッチを抽出する。図5は本実施例における前記ピッチ抽出手段1001の詳細図である。図5において、1200は第1のピッチ抽出手段、1201は第2のピッチ抽出手段、1202は第  $n$  のピッチ抽出手段、1203はピッチの推定値  $f_p(t)$  の算出手段である。第1のピッチ抽出手段1200によってピッチ  $f_{p1}(kT)$  が、第2のピッチ抽出手段1201によってピッチ  $f_{p2}(kT)$  が、第  $n$  のピッチ抽出手段1202によってピッチ  $f_{pn}(kT)$  が計算されたとする。このとき、ピッチの推定値  $f_p(t)$  の算出手段1203によってピッチの推定値  $f_p(kT)$  は (数8) で求められる。

【0133】また、 $f_{p1}(kT)$  から  $f_{pn}(kT)$  の分散  $V_{pitch}(kT)$  を (数18) で求める。

【0134】

【数18】

$$V_{pitch}(kT) = (\sum f_{pi}^2 - (\sum f_{pi})^2 / n) / n$$

【0135】図3において、第1の記憶手段1002は前記ピッチ抽出手段1001で求められた  $f_p(kT)$  と分散  $V_{pitch}(kT)$  を格納する。

【0136】また、周波数帯域分割フィルタ1003は  $Sig(t+kT)$  を  $20\text{Hz}$  の周波数帯域に  $N$  分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を  $Sig(t+kT, f_m)$  と記述する ( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$  は帯域の中心周波数である。  $N$  個の狭帯域信号  $Sig(t+kT, f_m)$  は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギー算出手段1005では各  $Sig(t+kT, f_m)$  のエネルギーを算出する。前記エネルギー算出手段1005の  $N$  個の出力を  $Ene(kT, f_m)$  と記述する。  $Ene(kT, f_m)$  は (数3) で算出される。

【0137】前記  $N$  個の  $Ene(kT, f_m)$  は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は  $Sig(t+kT, f_m)$  の特徴量を算出する。本実施例では、特徴量として、ピッチ、オンセット、オ\*

$$Rel_{pitch}(kT) = Rel(V_{pitch}(kT)) \cdot \exp(-((f_m - f_p) / \sigma)^2)$$

【0143】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻  $k=2$  から  $k=6$  まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさを算出手段について説明する。

【0144】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセットの確

\*ンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0138】図6は図3の特徴量の算出手段1007の詳細図である。図6において、1301はピッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として  $Sig(t+kT, f_m)$  で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。

【0139】以下で前記特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。ピッチの評価測度の算出手段は、前記ピッチ抽出手段1001で計算された分散  $V_{pitch}(kT)$  から推定されたピッチ  $f_p(kT)$  の確からしさを決定する。  $V_{pitch}(kT)$  が0の時ピッチは正確に抽出されたとしピッチ  $f_p(kT)$  の確からしさは1とする。  $V_{pitch}(kT)$  が大きくなると確からしさは減少する。ピッチの確からしさが図4100のように  $V_{pitch}(kT)$  の値によってガウス分布するとするとピッチの確からしさを  $Rel(V_{pitch}(kT))$  が (数19) で決定される。

【0140】

【数19】

$$Rel(V_{pitch}(kT)) = \exp(-((V_{pitch}(kT)) / \sigma)^2)$$

【0141】同時に、図28のように得られたピッチの推定値  $f_p(kT)$  に対しあるピッチが存在する範囲を確率的に定義し  $Sig(kT, f_m)$  がピッチである確からしさを算出する。ピッチの推定値  $f_p(kT)$  に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると  $Sig(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを  $Rel_{pitch}(kT, f_m)$  は (数20) で与えられる。

【0142】

【数20】

からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている (1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギー算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさを算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間 (16個のセグメント) のセグメントの平

均とする。 $\text{Sig}(kT, f_m)$ の前記オンセットの確からしさ $\text{Rel}_{on}(E_{dif})$ は(数10)で算出される。

【0145】図11は(数10)を図式化したものである。前記オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさの計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさ1.0が算出できたとする。この時、図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさ1.0を割り当てる。

【0146】前記オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさ $\text{Rel}_{off}(E_{dif})$ は前記オンセットの確からしさの算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0147】前記オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻 $k=6$ でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻 $k=6$ において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$ と $(6, 3)$ で前記オフセットの確からしさ1.0を算出できたとすると図15のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0148】連続性の評価測度の算出手段1304では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16は前記連続性の確からしさの算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさ $\text{Rel}_{con}(E_{dif})$ は(数12)で定義する。

【0149】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は

図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻 $k=2$ でオンセットが時刻 $k=6$ でオフセットが検出されたとき時刻 $k=3$ から5までの間前記連続性の確からしさが計算され各 $(k, m)$ での連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0150】調波性の評価測度の算出手段1305では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ が $f_p(kT)$ に対して知覚上調波関係である確からしさをもって調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol.J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数 $f_m$ での前記ピッチ $f_p(kT)$ の $p$ 倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ $u$ が(数13)で求められる。

【0151】前記調波性の確からしさの分布関数 $\text{Rel}_{harm}(u)$ は $u$ を用いて(数14)のように定義する。

【0152】図19は(数14)を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0153】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオンセットが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol.J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に前記同期性の確からしさの分布 $\text{Rel}_{sync}(kT, f_m)$ を(数15)で定義する。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を $v(ms)$ とすると、前記オンセットの同期性の確からしさ $\text{Rel}_{sync}(kT, f_m)$ は、(数15)で記述できる。

【0154】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0155】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオフセットが $f_p(kT)$ のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0156】図3の重み値の算出手段1008では、評価関数に各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)についての確からしさを入力し、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ での重み値 $w(t+kT, f_m)$ を算出する。

【0157】前記各特微量のうち継時的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさを統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記パワーの連続性の確からしさを統合して前記継時的確からしさとする。また、前記ビッチの確からしさ、前記ビッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数的確からしさとする。

【0158】図3において、前記乗算手段1009は $Sig(t+kT, f_m)$ と重み値 $w(kT, f_m)$ を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全ての $k, m$ について、 $w(kT, f_m) \times Sig(t+kT, f_m)$ を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0159】なお、前記各特微量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特微量を用いる必要はない。また前記特微量以外の特微量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t=13ms$ 、 $T=26ms$ に限ったものではなく、形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ビッチ抽出手段1001はケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は $20Hz$ に限ったものではない。また、ビッチが存在する確からしさの算出においてガウス分布以外の分布で定義してもよい。また、オンセット時刻の判断に用いる閾値は $0.8$ 以外でもよい。また、オフセット時刻の判断に用いる閾値は $0.9$ 以外でもよい。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は(数10)に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は(数11)に限らない。また、前記連続性の確からしさの算出方法は(数12)に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は(数13)および(数14)に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は(数15)に限らない。

【0160】なお、実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換を用いてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段を用いてもよい。

【0161】(実施例6)以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0162】第6の実施例における主たる構成図は図3である。以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。信号の時間分割手段1000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力

信号が音声信号であるので $\delta t$ は $13ms$ 、 $T$ は $26ms$ とする。前記信号の時間分割手段1000の形状はハニング窓とすると前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0163】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $Sig(t+kT)$  ( $t=0 \sim \delta t$ )とする。入力音声を $Speech(t+kT)$ とすると $Sig(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0164】ビッチ抽出手段1001は $Sig(t+kT)$ のビッチを抽出する。ビッチはケプストラム法、自己相関法などを用いて抽出される。第1の記憶手段1002は前記ビッチ抽出手段1001で求められたビッチ $f_p(kT)$ を格納する。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003は $Sig(t+kT)$ を $20Hz$ の周波数帯域に $N$ 分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $Sig(t+kT, f_m)$ と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$ は帯域の中心周波数である。  $N$ 個の狭帯域信号 $Sig(t+kT, f_m)$ は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギーの算出手段1005では各 $Sig(t+kT, f_m)$ のエネルギーを算出する。前記エネルギーの算出手段1005の $N$ 個の出力を $Ene(kT, f_m)$ と記述する。  $Ene(kT, f_m)$ は(数3)で算出される。

【0165】前記 $N$ 個の $Ene(kT, f_m)$ は第3の記憶手段1006に格納される。特微量の算出手段1007は $Sig(t+kT, f_m)$ の特微量を算出する。本実施例では、特微量として、ビッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0166】図6は本実施例における特微量の算出手段1007の詳細図である。1301はビッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として $Sig(t+kT, f_m)$ で各特微量が存在する確からしさをを用いる。

【0167】以下で前記特微量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。ビッチの評価測度の算出手段1301において、 $f_p(kT)$ に対しビッチが存在する範囲を確率的に定義し $Sig(kT, f_m)$ がビッチである確からしさを算出する。図7はビッチが存在する周波数の確率分布の一例である。 $f_p(kT)$ に対してビッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると $Sig(kT, f_m)$ にビッチが存在する確からしさ $Rel\_pitch(kT, f_m)$ は(数9)によって与えられる。

【0168】図8は2つの成分から成る調波複合音が時

刻  $k = 2$  から  $k = 6$  まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさの算出手段について説明する。

【0169】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセットの確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさの算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は、現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $Sig(kT, f_n)$ の前記オンセットの確からしさ $Rel_{on}(Edif)$ は(数10)で算出される。

【0170】図11は(数10)を図式化したものである。前記オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k = 2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k = 2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさの計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさ1.0が算出できたとする。この時、図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさ1.0を割り当てる。

【0171】オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさ $Rel_{off}(Edif)$ は前記オンセットの確からしさの算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0172】オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻 $k = 6$ でピッチ

帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻 $k = 6$ において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。

$(k, m) = (6, 1)$ と $(6, 3)$ で前記オフセットの確からしさ1.0を算出できたとする図16のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0173】連続性の評価測度の算出手段1304では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16は連続性の確からしさの算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさ $Rel_{con}(Edif)$ は(数12)で定義する。

【0174】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻 $k = 2$ でオンセットが時刻 $k = 6$ でオフセットが検出されたとき、時刻 $k = 3$ から5までの間前記連続性の確からしさが計算され、各 $(k, m)$ での連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0175】調波性の評価測度の算出手段1305では、 $Sig(t + kT, f_n)$ が $f_p(kT)$ に対して知覚上調波関係である確からしさをもって調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数 $f_n$ でのピッチ $f_p(kT)$ の $p$ 倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ $u$ が(数13)で求められる。

【0176】前記調波性の確からしさの分布関数 $Rel_{harm}(u)$ は $u$ を用いて(数14)のように定義する。

【0177】図19は(数14)を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0178】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $Sig(t + kT, f_n)$ でのオンセットが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通



信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo.5 731-740掲載のデータを参考に前記同期性の確からしさの分布  $Rel\_sync(kT, f_m)$  を(数15)で定義する。 $Sig(t+kT, f_m)$  でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を  $v(ms)$  とすると、前記オンセットの同期性の確からしさ  $Rel\_sync(kT, f_m)$  は、(数15)で記述できる。

【0179】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0180】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $Sig(t+kT, f_m)$  でのオフセットが  $f_p(kT)$  のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0181】図3の重み値の算出手段1008では、評価関数に各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オ\*20

$$\begin{aligned} Rel\_t(kT, f_m) &= Rel\_on(kT, f_{pitch}) \cdot Rel\_on(kT, f_m) \cdot Rel\_sync(kT, f_m) \\ m &= 1, 2, 3 \dots \\ T &= T\_on(\text{オンセットがピッチ帯域で検出された時刻}) \\ T\_on &= 1, T\_on + 1 \end{aligned}$$

【0185】オンセットが検出された後オフセットが検出されるまでの時間では、前記継続的の確からしさ  $Rel\_t(kT, f_m)$  は前時刻の前記継続的の確からしさと前時刻との前記連続性の確からしさととの積で与えられ(数※

$$Rel\_t(kT, f_m) = Rel\_t(kT-1, f_m) \cdot Rel\_con(kT, f_m)$$

【0187】図30は前記継続的の確からしさの分布の一例である。また前記周波数の確からしさ  $Rel\_f(kT, f_m)$  は(数23)で表現できる。

$$Rel\_f(kT, f_m) = Rel\_pitch(kT, f_m) \cdot Rel\_harm(kT, f_m)$$

【0189】前記継続的の確からしさと前記周波数の確からしさの重視度を  $g\_t(kT, f_m)$ ,  $g\_f(kT, f_m)$  とする。

【0190】本実施例では評価関数にλ-ファジィ積分☆

$$\begin{aligned} Rel\_t(kT, f_m) > Rel\_f(kT, f_m) \text{ のとき} \\ H(1) &= g\_t(kT, f_m) \\ H(2) &= g\_t(kT, f_m) + g\_f(kT, f_m) \\ \mu &= (Rel\_t(kT, f_m) \wedge H(1)) \vee (Rel\_f(kT, f_m) \wedge H(2)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rel\_f(kT, f_m) > Rel\_t(kT, f_m) \text{ のとき} \\ H(1) &= g\_f(kT, f_m) \\ H(2) &= g\_f(kT, f_m) + g\_t(kT, f_m) \\ \mu &= (Rel\_f(kT, f_m) \wedge H(1)) \vee (Rel\_t(kT, f_m) \wedge H(2)) \end{aligned}$$

【0192】図31は総合評価値の算出結果の一例である。ただし、 $g\_t(kT, f_m) = g\_f(kT, f_m)$ 、 $\lambda = 0$  である。

\*ンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)についての確からしさを入力し、 $Sig(t+kT, f_m)$  での重み値  $w(t+kT, f_m)$  を算出する。

【0182】前記各特徴量のうち継続的の確からしさに関するものと周波数の確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさの統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記パワーの連続性の確からしさを統合して前記継続的の確からしさとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記ピッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数の確からしさとする。

【0183】図29は評価値の計算に関する流れ図である。オンセットが検出された時刻では前記継続的の確からしさは前記オンセットの確からしさと前記同期性の確からしさの積で与えられ(数21)で算出される。

【0184】

【数21】

※22)で算出される。

【0186】

【数22】

★【0188】

【数23】

☆を用いる。このとき、総合評価値  $w(kT, f_m)$  は(数24)で計算できる。

【0191】

【数24】

【0193】図3の乗算手段1009は  $Sig(t+kT, f_m)$  と前記評価値  $w(kT, f_m)$  を乗算する。前記乗算手段190の出力は第4の記憶手段1010に格

納される。総和手段1011は全ての $k$ ,  $m$ について $w(kT, f_m) \times \text{Sig}(t+kT, f_m)$ を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0194】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t=13\text{ms}$ 、 $T=26\text{ms}$ に限ったものではなく、形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001はケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は $20\text{Hz}$ に限ったものではない。また、前記オンセットの確からしさの閾値は $0.8$ に限らない。また、前記オフセットの確からしさの閾値は $0.9$ に限らない。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は(数7)に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は(数11)に限らない。また、前記連続性の確からしさの算出方法は(数12)に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は(数13)および(数14)に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は(数15)に限らない。また、総合評価値の算出方法は $\lambda$ -ファジィ積分に限らず、菅野積分、ショケ積分、逆菅野積分など他の手段でもよい。

【0195】なお、実施例9のように、前記周波数帯域分割フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段をもちいてもよい。

【0196】(実施例7)以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0197】第7の実施例における主たる構成図は図3である。以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。信号の時間分割手段1000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので、 $\delta t$ は $13\text{ms}$ 、 $T$ は $26\text{ms}$ とする。前記信号の時間分割手段1000の形状はハニング窓とすると、前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0198】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $\text{Sig}(t+kT)$  ( $t=0\sim\delta t$ )とする。入力音声を $\text{Speech}(t+kT)$ とすると、 $\text{Sig}(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0199】ピッチ抽出手段1001は複数の抽出方法を用いて $\text{Sig}(t+kT)$ のピッチを抽出する。図24は前記ピッチ抽出手段1001の詳細図である。図24において、3810は第1のピッチ抽出手段、382

0は第2のピッチ抽出手段、3830はピッチの推定値 $f_p(t)$ の算出手段である。第1のピッチ抽出手段3810によってピッチ $f_{p1}(kT)$ が、第2のピッチ抽出手段3820によってピッチ $f_{p2}(kT)$ が計算されたとする。このとき、ピッチの推定値 $f_p(t)$ の算出手段3830によって、ピッチの推定値 $f_p(kT)$ は(数8)で求められる。

【0200】図3において、第1の記憶手段1002は、前記ピッチ抽出手段1001で求められた $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ と $f_p(kT)$ を格納する。

【0201】また、周波数帯域分割フィルタ1003は $\text{Sig}(t+kT)$ を $20\text{Hz}$ の周波数帯域に $N$ 分割する。周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$ は帯域の中心周波数である。 $N$ 個の狭帯域信号 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ は、第2の記憶手段1004に格納される。エネルギー算出手段1005では各 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ のエネルギーを算出する。前記エネルギー算出手段1005の $N$ 個の出力を $E_{ne}(kT, f_m)$ と記述する。 $E_{ne}(kT, f_m)$ は(数3)で算出される。

【0202】前記 $N$ 個の $E_{ne}(kT, f_m)$ は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ の特徴量を算出する。本実施例では、特徴量として、ピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0203】図6は図本実施例の特徴量の算出手段1007の詳細図である。1301はピッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。以下で各特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。

【0204】ピッチの評価測度の算出手段は前記ピッチ抽出手段1001で計算された $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差からピッチ $f_p(kT)$ の確からしさを決定する。 $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差が0の時ピッチは正確に抽出されたとしピッチ $f_p(kT)$ の確からしさを1とする。 $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差が大きくなると確からしさは減少する。ピッチの確からしさが図25のように $f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT)$ の値によってガウス分布するとするとピッチの確からしさ $\text{Rel}(f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT))$ が(数17)で決定される。

【0205】同時に、図26のように、得られたピッチ

の推定値  $f_p(kT)$  に対しあるピッチが存在しうる範囲を確率的に定義し  $\text{Sig}(kT, f_m)$  がピッチである確からしさを算出する。ピッチの推定値  $f_p(kT)$  に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をす

とすると  $\text{Sig}(kT, f_m)$  にピッチが存在する確からしさを  $\text{Rel\_pitch}(kT, f_m)$  は(数9)で与えられる。

【0206】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻  $k=2$  から  $k=6$  まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさを算出手段について説明する。

【0207】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。前記オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセット

の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギー算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさを算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $\text{Sig}(kT, f_m)$  の前記オンセットの確からしさを  $\text{Rel\_on}(E_{dif})$  は(数10)で算出される。

【0208】図11は(数10)を図式化したものである。オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻  $k=2$  でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻  $k=2$  から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさを計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$  と  $(2, 3)$  で前記オンセットの確からしさを1.0が算出できたとする。この時、図13のように  $(k, m) = (2, 1)$  と  $(2, 3)$  に前記オンセットの確からしさを1.0を割り当てる。

【0209】オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出

力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさを  $\text{Rel\_off}(E_{dif})$  は前記オンセットの確からしさを算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0210】前記オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻  $k=6$  でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻  $k=6$  において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$  と  $(6, 3)$  で前記オフセットの確からしさを1.0を算出できたとする。図15のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0211】連続性の評価測度の算出手段1304では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16は連続性の確からしさを算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさを  $\text{Rel\_con}(E_{dif})$  は(数12)で定義する。

【0212】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻  $k=2$  でオンセットが時刻  $k=6$  でオフセットが検出されたとき、時刻  $k=3$  から5までの間前記連続性の確からしさが計算され、各  $(k, m)$  での連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0213】調波性の評価測度の算出手段1305では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$  が  $f_p(kT)$  に対して知覚上調波関係である確からしさをもって調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数  $f_m$  での前記ピッチ  $f_p(kT)$  の  $p$  倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ  $u$  が(数13)で求められる。

【0214】前記調波性の確からしさを分布関数  $\text{Rel\_harm}(u)$  は  $u$  を用いて(数14)のように定義する。

【0215】図19は(数14)を図式化したものである。

る。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0216】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオンセットが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo. 5731-740に掲載のデータを参考に前記同期性の確からしさの分布 $\text{Rel\_sync}(kT, f_m)$ を(数15)で定義する。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を $v(\text{ms})$ とすると前記オンセットの同期性の確からしさ $\text{Rel\_sync}(kT, f_m)$ は(数15)で記述できる。

【0217】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0218】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオフセットが $f_p(kT)$ のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0219】図3の重み値の算出手段1008では、評価関数に各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)についての確からしさを入力し、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ での重み値 $w(t+kT, f_m)$ を算出する。前記各特徴量のうち継時的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさの統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記パワーの連続性の確からしさを統合して前記継時的確からしさとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記ピッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数的確からしさとする。

【0220】図29は評価値の計算に関する流れ図である。オンセットが検出された時刻では前記継時的確からしさは前記オンセットの確からしさと前記同期性の確からしさの積で与えられ(数21)で算出される。

【0221】オンセットが検出された後オフセットが検出されるまでの時間では、前記継時的確からしさ $\text{Rel\_t}(kT, f_m)$ は前時刻の前記継時的確からしさと前時刻との前記連続性の確からしさととの積で与えられ(数22)で算出される。

【0222】図30は前記継時的確からしさの分布の一

例である。また前記周波数的確からしさ $\text{Rel\_f}(kT, f_m)$ は(数23)で表現できる。

【0223】前記継時的確からしさと前記周波数的確からしさの重視度を $g_t(kT, f_m)$ 、 $g_f(kT, f_m)$ とする。

【0224】本実施例では、評価関数に $\lambda$ -ファジィ積分を用いる。このとき、総合評価値 $w(kT, f_m)$ は(数24)で計算できる。

【0225】図31は総合評価値の算出結果の一例である。ただし、 $g_t(kT, f_m) = g_f(kT, f_m)$ 、 $\lambda = 0$ である。

【0226】図3の乗算手段1009は $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ と前記評価値 $w(kT, f_m)$ を乗算する。前記乗算手段190の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全ての $k, m$ について、 $w(kT, f_m) \times \text{Sig}(t+kT, f_m)$ を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0227】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段1000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t = 13 \text{ ms}$ 、 $T = 26 \text{ ms}$ に限ったものではなく、形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段1001は、ケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は $20 \text{ Hz}$ に限ったものではない。また、前記オンセットの確からしさの閾値は0.8に限らない。また、前記オフセットの確からしさの閾値は0.9に限らない。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は(数10)に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法(数11)に限らない。また前記連続性の確からしさの算出方法は(数12)に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は(数13)(数14)に限らない。またオンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は(数15)に限らない。

【0228】なお、実施例9のように、前記周波数帯域フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段をもちいてもよい。

【0229】(実施例8)以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0230】第8の実施例における主たる構成図は図3である。以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。信号の時間分割手段1000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので、 $\delta t$ は $13 \text{ ms}$ 、 $T$ は $26$

msとする。前記信号の時間分割手段1000の形状はハニング窓とすると、前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0231】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $Sig(t+kT)$  ( $t=0\sim\delta t$ )とする。入力音声 $Speech(t+kT)$ とすると、 $Sig(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0232】ピッチ抽出手段1001は複数の抽出方法を用いて $Sig(t+kT)$ のピッチを抽出する。図5は前記ピッチ抽出手段1001の詳細図である。図5において、1200は第1のピッチ抽出手段、1201は第2のピッチ抽出手段、1202は第 $n$ のピッチ抽出手段、1203はピッチの推定値 $f_p(t)$ の算出手段である。第1のピッチ抽出手段1200によってピッチ $f_{p1}(kT)$ が、第2のピッチ抽出手段1201によってピッチ $f_{p2}(kT)$ が、第 $n$ のピッチ抽出手段1202によってピッチ $f_{pn}(kT)$ が計算されたとする。このとき、ピッチの推定値 $f_p(t)$ の算出手段1203によって、ピッチの推定値 $f_p(kT)$ は(数8)で求められる。

【0233】また、 $f_{p1}(kT)$ から $f_{pn}(kT)$ の分散 $V_{pitch}(kT)$ を(数18)で求める。

【0234】図3において、第1の記憶手段1002は前記ピッチ抽出手段1001で求められた $f_p(kT)$ と分散 $V_{pitch}(kT)$ を格納する。

【0235】また、周波数帯域分割フィルタ1003は $Sig(t+kT)$ を20Hzの周波数帯域に $N$ 分割する。前記周波数帯域分割フィルタ1003の出力を $Sig(t+kT, f_m)$ と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。  $f_m$ は帯域の中心周波数である。 $N$ 個の狭帯域信号 $Sig(t+kT, f_m)$ は第2の記憶手段1004に格納される。エネルギー算出手段1005では各 $Sig(t+kT, f_m)$ のエネルギーを算出する。前記エネルギー算出手段1005の $N$ 個の出力を $Ene(kT, f_m)$ と記述する。 $Ene(kT, f_m)$ は(数3)で算出される。

【0236】前記 $N$ 個の $Ene(kT, f_m)$ は第3の記憶手段1006に格納される。特徴量の算出手段1007は $Sig(t+kT, f_m)$ の特徴量を算出する。本実施例では特徴量としてピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

【0237】図6は図3の特徴量の算出手段1007の詳細図である。1301はピッチの評価測度の算出手段、1302はオンセットの評価測度の算出手段、1303はオフセットの評価測度の算出手段、1304は連続性の評価測度の算出手段、1305は調波性の評価測度の算出手段、1306はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1307はオフセットの同期性の評価測度の算出手段である。また、評価測度として $Sig(t$

$+kT, f_m)$ で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。

【0238】以下で各特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。前記ピッチの評価測度の算出手段は、前記ピッチ抽出手段1001で計算された分散 $V_{pitch}(kT)$ から推定されたピッチ $f_p(kT)$ の確からしさを決定する。 $V_{pitch}(kT)$ が0の時ピッチは正確に抽出されたとしピッチ $f_p(kT)$ の確からしさは1とする。 $V_{pitch}(kT)$ が大きくなると確からしさは減少する。ピッチの確からしさが図27のように $V_{pitch}(kT)$ の値によってガウス分布するとすると、ピッチの確からしさ $Rel(V_{pitch}(kT))$ が(数19)で決定される。

【0239】同時に、図28のように得られたピッチの推定値 $f_p(kT)$ に対しあるピッチが存在する範囲を確率的に定義し $Sig(kT, f_m)$ がピッチである確からしさを算出する。ピッチの推定値 $f_p(kT)$ に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると $Sig(kT, f_m)$ にピッチが存在する確からしさ $Rel_{pitch}(kT, f_m)$ は(数20)で与えられる。

【0240】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻 $k=2$ から $k=6$ まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさを算出手段について説明する。

【0241】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。オンセットの評価測度の算出手段1302ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセットの確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。前記エネルギー算出手段1005の出力を用いて現観測時刻のエネルギーとそれより前の時刻までのエネルギーの平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさを算出方法のための説明図である。前記前時刻までのエネルギーの平均は現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $Sig(kT, f_m)$ の前記オンセットの確からしさ $Rel_{on}(E_{dif})$ は(数10)で算出される。

【0242】図11は(数10)を図式化したものである。前記オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセ

ットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさを計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさが1.0が算出できたとする。この時、図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさが1.0を割り当てる。

【0243】オフセットの評価測度の算出手段1303においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記エネルギーの算出手段1005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさが $Rel\_off(E_{dif})$ は前記オンセットの確からしさを算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0244】前記オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図214及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。

【0245】図14において時刻 $k=6$ でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻 $k=6$ において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$ と $(6, 3)$ で前記オフセットの確からしさが1.0を算出できたとする。図15のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0246】連続性の評価測度の算出手段1304では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段1006の出力によって算出される。図16は連続性の確からしさを算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントのエネルギーの平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)のエネルギーの平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさが $Rel\_con(E_{dif})$ は(数12)で定義する。

【0247】図17は(数12)を図式化したものである。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻 $k=2$ でオンセットが時刻 $k=6$ でオフセットが検出されたとき、時刻 $k=3$ から5までの間前記連続性の確からしさが計算され、各 $(k, m)$ で

の連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0248】調波性の評価測度の算出手段1305では、 $Sig(t+kT, f_m)$ が前記 $f_p(kT)$ に対して知覚上調波関係である確からしさをもって調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol.J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数 $f_m$ での前記ピッチ $f_p(kT)$ の $p$ 倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ $u$ が(数13)で求められる。

【0249】前記調波性の確からしさを分布関数 $Rel\_harm(u)$ は $u$ を用いて(数14)のように定義する。

【0250】図19は(数14)を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0251】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1306では、 $Sig(t+kT, f_m)$ でのオンセットが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol.J77-ANo.5 731-740に掲載のデータを参考に前記同期性の確からしさを分布 $Rel\_sync(kT, f_m)$ を(数15)で定義する。 $Sig(t+kT, f_m)$ でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を $v(ms)$ とすると、前記オンセットの同期性の確からしさが $Rel\_sync(kT, f_m)$ は、(数15)で記述できる。

【0252】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0253】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1307は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $Sig(t+kT, f_m)$ でのオフセットが $f_p(kT)$ のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0254】図3の重み値の算出手段1008では、評価関数に各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波性、連続性)についての確からしさを入力し、 $Sig(t+kT, f_m)$ での重み値 $w(t+kT, f_m)$ を算出する。

【0255】各特徴量のうち継時的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさを統合を行う。前記オンセットの確からしさを、前記オンセットの同期性の確からしさを、前記オフ

セットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記パワーの連続性の確からしさを統合して前記継続的の確からしさとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記ピッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して前記周波数的の確からしさとする。

【0256】図29は評価値の計算に関する流れ図である。オンセットが検出された時刻では前記継続的の確からしさは前記オンセットの確からしさと前記同期性の確からしさの積で与えられ(数21)で算出される。

【0257】オンセットが検出された後オフセットが検出されるまでの時間では前記継続的の確からしさ $Rel_t(kT, f_m)$ は前時刻の前記継続的の確からしさと前時刻との前記連続性の確からしさととの積で与えられ(数22)で算出される。

【0258】図4400は前記継続的の確からしさの分布の一例である。また前記周波数的の確からしさ $Rel_f(kT, f_m)$ は(数23)で表現できる。

【0259】前記継続的の確からしさと前記周波数的の確からしさの重視度を $g_t(kT, f_m)$ 、 $g_f(kT, f_m)$ とする。

【0260】本実施例では、評価関数に $\lambda$ -ファジィ積分を用いる。このとき、総合評価値 $w(kT, f_m)$ は(数24)で計算できる。

【0261】図31は総合評価値の算出結果の一例である。ただし、 $g_t(kT, f_m) = g_f(kT, f_m)$ 、 $\lambda = 0$ である。

【0262】図3の乗算手段1009は $Sig(t+kT, f_m)$ と前記評価値 $w(kT, f_m)$ を乗算する。前記乗算手段1009の出力は第4の記憶手段1010に格納される。総和手段1011は全ての $k, m$ について、 $w(kT, f_m) \times Sig(t+kT, f_m)$ を総和する。前記総和手段1011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0263】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記ピッチ抽出手段1001はケプストラム法、自己相関法に限ったものではない。また、前記周波数帯域分割フィルタ1003の周波数帯域は20Hzに限ったものではない。また、前記オンセットの確からしさの閾値は0.8に限らない。また、前記オフセットの確からしさの閾値は0.9に限らない。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は(数10)に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は(数11)に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は(数13)(数14)に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は(数15)に限らない。また、ピッチが存在する確からしさの

算出においてガウス分布以外の分布で定義してもよい。

【0264】なお、実施例9のように、前記周波数帯域フィルタ1003はフーリエ変換をもちいてもよく、またエネルギーの算出手段1006は実効値算出手段を用いてもよい。

【0265】(実施例9)以下本発明の信号分離装置における一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0266】図32は本発明の第9の実施例における雑音抑制装置の構成を示す構成図である。図32において、9000は信号の時間切り出しを行う信号の時間分割手段、9001はピッチ抽出手段、9002は第1の記憶手段、9003はフーリエ変換手段、9004は第2の記憶手段、9005は実効値算出手段、9006は第3の記憶手段、9007は特徴量の算出手段、9008は重み値の算出手段、9009は乗算手段、9010はフーリエ逆変換手段、9011は第4の記憶手段、9012は総和手段である。

【0267】以上のように構成された雑音抑制装置の動作について説明する。信号の時間分割手段9000は音響信号を時間 $T$ 毎に $\delta t$ の時間セグメントに分割する。入力信号が音声信号であるので、 $\delta t$ は13ms、 $T$ は26msとする。前記信号の時間分割手段9000の形状はハニング窓とすると、前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ は(数1)で表すことができる。

【0268】前記信号の時間分割手段 $W(t+kT)$ の出力信号を $Sig(t+kT)$  ( $t=0 \sim \delta t$ )とする。入力音声を $Speech(t+kT)$ とすると、 $Sig(t+kT)$ は(数2)で表される。

【0269】ピッチ抽出手段9001は $Sig(t+kT)$ のピッチを抽出する。ピッチは、ケプストラム法、自己相関法などを用いて抽出される。第1の記憶手段9002は前記ピッチ抽出手段9001で求められたピッチ $f_p(kT)$ を格納する。また、フーリエ変換手段9003は $Sig(t+kT)$ をフーリエ変換する。この時の周波数分解能は20Hzとする。前記フーリエ変換手段9003の出力を $Sig(t+kT, f_m)$ と記述する( $m=1, 2, \dots, N$ )。 $f_m$ は周波数である。 $N$ 個の周波数サンプル点 $Sig(t+kT, f_m)$ は、第2の記憶手段9004に格納される。実効値算出手段9005では、各 $Sig(t+kT, f_m)$ の実効値を算出する。前記実効値算出手段9005の $N$ 個の出力を $Ene(kT, f_m)$ と記述する。 $Ene(kT, f_m)$ は(数25)で算出される。

【0270】

【数25】

$$Ene(kT, f_m) = Sig(t+kT, f_m)^2$$

【0271】前記 $N$ 個の $Ene(kT, f_m)$ は第3の記憶手段9006に格納される。特徴量の算出手段9007は $Sig(t+kT, f_m)$ の特徴量を算出する。

本実施例では特徴量としてピッチ、オンセット、オンセットの同期性、オフセット、オフセットの同期性、連続性、調波性を算出する。

\*

$$\text{Rel\_pitch}(f_m - f_p) = \text{Rel}(f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT)) \cdot \exp(-((f_m - f_p) / \sigma)^2)$$

【0273】図5は本実施例の特徴量の算出手段9007の詳細図である。1201はピッチの評価測度の算出手段、1202はオンセットの評価測度の算出手段、1203はオフセットの評価測度の算出手段、1204は連続性の評価測度の算出手段、1205は調波性の評価測度の算出手段、1206はオンセットの同期性の評価測度の算出手段、1207はオフセットの同期性の評価測度の算出手段、また、評価測度として $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ で各特徴量が存在する確からしさをを用いる。以下で各特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。

【0274】ピッチの評価測度の算出手段1201において、 $f_p(kT)$ に対しピッチが存在しうる範囲を確率的に定義し $\text{Sig}(kT, f_m)$ がピッチである確からしさを算出する。図7はピッチが存在しうる周波数の確率分布の一例である。前記 $f_p(kT)$ に対してピッチが存在する確からしさがガウス分布をするとすると前記 $\text{Sig}(kT, f_m)$ にピッチが存在する確からしさ $\text{Rel\_pitch}(kT, f_m)$ は(数9)によって与えられる。

【0275】図8は2つの成分から成る調波複合音が時刻 $k=2$ から $k=6$ まで持続した時のスペクトル図である。この信号に関して以下の各確からしさを算出手段について説明する。

【0276】図9は音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図である。図9(a)のように一つの信号にもう一つの信号が加わったとき音の大きさには変化がある。前記オンセットの評価測度の算出手段1202ではこの変化が一つの音の時間変化ではなく図9(b)のように異なるもう一つの信号が加わったために起こったものであるという確からしさを人間の知覚に基づき定めこれをオンセットの確からしさとする。前記オンセットの確からしさは第3の記憶手段9006の出力によって算出される。以下に算出方法の一つの例を挙げる。心理学的に連続に聞こえるか新たに音が加わったかという判断基準が丁度変化する音の大きさが調べられている(1994年日本音響学会秋期研究発表会稿論集2-7-18)。実効値算出手段9005の出力を用いて現観測時刻の実効値とそれより前の時刻までの実効値の平均から前記オンセットの確からしさを定める。図10はオンセットの確からしさの算出方法のための説明図である。前記前時刻までの実効値の平均は、現観測周波数とその周波数に近接する2つの周波数帯域における約200ms区間(16個のセグメント)のセグメントの平均とする。 $\text{Sig}(kT, f_m)$ の前記オンセットの確からしさ $\text{Rel\_on}$

\*【0272】  
【数26】

( $E_{dif}$ )は(数10)で算出される。

【0277】図11は(数10)を図式化したものである。オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさの計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさ1.0が算出できたとする。この時図2700のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさ1.0を割り当てる。

【0278】オフセットの評価測度の算出手段1203においてオフセットの確からしさが算出される。二つの信号から一方の信号が除かれたとき音の大きさには変化がある。そこで前記実効値の算出手段9005の出力を用いてオフセットを定める。前記オフセットの確からしさ $\text{Rel\_off}(E_{dif})$ は前記オンセットの確からしさの算出方法と同様に(数11)で与えられる。

【0279】前記オフセットの確からしさはオンセットが検出されてからピッチ帯域でオフセットが検出されるまでピッチ周波数帯域のみ計算される。図14及び図15は図8の信号に対する前記オフセットの確からしさを説明する説明図である。図14において時刻 $k=6$ でピッチ帯域の前記オフセットの確からしさが1.0となりある閾値0.9を越えたので時刻 $k=6$ において前記オフセットの確からしさを全周波数帯域について算出する。 $(k, m) = (6, 1)$ と $(6, 3)$ で前記オフセットの確からしさ1.0を算出できたとする図15のように前記オフセットの確からしさを割り当てる。

【0280】連続性の評価測度の算出手段1204では、音の大きさが時間的に変化したときそれが一つの信号の時間変化である確からしさを指標とする。前記連続性の確からしさは前記第3の記憶手段9006の出力によって算出される。図16は連続性の確からしさの算出方法のための説明図である。図16において、現観測時刻を含む現観測時刻以前約200ms区間(16個のセグメント)の現観測セグメントの実効値の平均と現観測周波数とその周波数に隣接する2つの周波数帯域における現観測時刻を含まない現観測時刻より前の約200ms区間(16個のセグメント)の実効値の平均から前記連続性の確からしさを決定する。前記連続性の確からしさ $\text{Rel\_con}(E_{dif})$ は(数12)で定義する。

【0281】図17は(数12)を図式化したものである



る。前記連続性の確からしさは、オンセットが検出された後オフセットが検出されるまで計算される。図18は図8の信号に対する前記連続性の確からしさを説明する説明図である。時刻 $k=2$ でオンセットが時刻 $k=6$ でオフセットが検出されたとき、時刻 $k=3$ から5までの間前記連続性の確からしさが計算され、各 $(k, m)$ での連続性の確からしさが図18のように算出される。

【0282】調波性の評価測度の算出手段1205では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ が $f_p(kT)$ に対して知覚上調波関係である確からしさをもちて調波性の確からしさとする。ピッチの整数倍の周波数区間を中心に主観的に調波性を感じる周波数分布を人間の心理測定関数から定める。心理測定関数は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo. 5731-740に掲載のデータを参考に決める。周波数帯域の中心周波数 $f_m$ での前記ピッチ $f_p(kT)$ の $p$ 倍( $p$ は整数)の周波数からのずれ $u$ が(数13)で求められる。

【0283】前記調波性の確からしさの分布関数 $\text{Rel}_{\text{harm}}(u)$ は $u$ を用いて(数14)のように定義する。

【0284】図19は(数14)を図式化したものである。図20は図8の信号に対する前記調波性の確からしさを説明する説明図である。図20ではピッチの確からしさを1としている。

【0285】オンセットの同期性の評価測度の算出手段1206では、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオンセットが $f_p(kT)$ のオンセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき同期性の確からしさとする。知覚上のオンセットの同期性は電子情報通信学会論文誌'94/5Vol. J77-ANo. 5731-740に掲載のデータを参考に前記同期性の確からしさの分布 $\text{Rel}_{\text{sync}}(kT, f_m)$ を(数15)で定義する。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でオンセットが検出されたときそれと最も近いピッチのオンセット時刻の差を $v$ (ms)とすると、前記オンセットの同期性の確からしさ $\text{Rel}_{\text{sync}}(kT, f_m)$ は、(数15)で記述できる。

【0286】図21は(数15)を図式化したものである。図22は図8の信号に対する前記オンセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0287】オフセットの同期性の評価測度の算出手段1207は前記オンセットの同期性の評価測度と同様な方法により算出できる。 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ でのオフセットが $f_p(kT)$ のオフセット時刻を基準に主観的に同時であると判断される時間分布に基づき前記オフセットの同期性の確からしさとする。図23は図8の信号に対する前記オフセットの同期性の確からしさを説明する説明図である。

【0288】図32の重み値の算出手段9008では、評価関数に前記各特徴(ピッチ、オンセット、オフセット、オンセットの同期性、オフセットの同期性、調波

性、連続性)についての確からしさを入力し、 $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ での重み値 $w(t+kT, f_m)$ を算出する。

【0289】各特徴量のうち継時的確からしさに関するものと周波数的確からしさに関するものに分類しそれぞれの確からしさの統合を行う。前記オンセットの確からしさ、前記オンセットの同期性の確からしさ、前記オフセットの確からしさ、前記オフセットの同期性の確からしさ、前記パワーの連続性の確からしさを統合して、前記継時的確からしさとする。また、前記ピッチの確からしさ、前記ピッチの変動の範囲の確からしさ、前記調波性の確からしさを統合して、前記周波数的確からしさとする。

【0290】図29は評価値の計算に関する流れ図である。オンセットが検出された時刻では前記継時的確からしさは前記オンセットの確からしさと前記同期性の確からしさの積で与えられ(数21)で算出される。

【0291】オンセットが検出された後オフセットが検出されるまでの時間では、前記継時的確からしさ $\text{Rel}_{\text{t}}(kT, f_m)$ は前時刻の前記継時的確からしさと前時刻との前記連続性の確からしさととの積で与えられ、(数22)で算出される。

【0292】図30は前記継時的確からしさの分布の一例である。また前記周波数的確からしさ $\text{Rel}_{\text{f}}(kT, f_m)$ は、(数23)で表現できる。

【0293】前記継時的確からしさと、前記周波数的確からしさの重視度を $g_{\text{t}}(kT, f_m)$ 、 $g_{\text{f}}(kT, f_m)$ とする。

【0294】本実施例では、評価関数に $\lambda$ -ファジィ積分を用いる。このとき、総合評価値 $w(kT, f_m)$ は(数24)で計算できる。

【0295】図31は総合評価値の算出結果の一例である。ただし、 $g_{\text{t}}(kT, f_m) = g_{\text{f}}(kT, f_m)$ 、 $\lambda = 0$ である。

【0296】図32の乗算手段9009は $\text{Sig}(t+kT, f_m)$ と前記評価値 $w(kT, f_m)$ を乗算する。前記乗算手段190の出力は、第4の記憶手段9010に格納される。フーリエ逆変換手段9011は全ての $k, m$ について、 $w(kT, f_m) \times \text{Sig}(t+kT, f_m)$ をフーリエ逆変換する。前記フーリエ逆変換手段9011の出力は雑音が抑制された音響信号となっている。

【0297】なお、前記各特徴量のうち前記調波性かまたは前記連続性が含まれていれば全ての特徴量を用いる必要はない。また、前記特徴量以外の特徴量を新たに組み合わせてもよい。また、前記信号の時間分割手段9000の時間幅 $\delta t$ や分割の時間周期 $T$ は前記 $\delta t = 13 \text{ ms}$ 、 $T = 26 \text{ ms}$ に限ったものではなく、形状もハニング窓に限ったものではない。また、前記ピッチ抽出手段9001はケプストラム法、自己相関法に限ったもの

ではない。また、前記フーリエ変換手段 9 0 0 3 と前記フーリエ逆変換手段 9 0 1 0 の周波数分解能は 2 0 H z に限ったものではない。また、前記オンセットの確からしさの閾値は 0. 8 に限らない。また、前記オンセットの確からしさの閾値は 0. 9 に限らない。また、前記オンセットの確からしさの算出方法は (数 1 0) に限らない。また、前記オフセットの確からしさの算出方法は (数 1 1) に限らない。また、前記連続性の確からしさの算出方法は (数 1 2) に限らない。また、前記調波性の確からしさの算出方法は (数 1 3) および (数 1 4) に限らない。また、オンセットの同期性の確からしさの算出方法やオフセットの同期性の確からしさの算出方法は (数 1 5) に限らない。また、総合評価値の算出方法は  $\lambda$ -ファジィ積分に限らず、菅野積分、シヨケ積分、逆菅野積分など他の手段でもよい。

【0 2 9 8】図 3 3 は前記構成によって得られた出力信号の S/N 比と残差を示す図である。図 3 3 の (A) は入力信号の S/N 比と残差、(B) は  $\lambda = -0. 9$  のときの S/N 比と残差、(C) は  $\lambda = 0. 9$  のときの S/N 比と残差である。図 1 0 0 0 0 のように (B) (C) と (A) に比べて S/N 比が増加し残差が減少しており、前記構成の効果が確認できる。

#### 【0 2 9 9】

【発明の効果】以下のように本発明は、信号の時間分割手段、ピッチ抽出手段、第 1 の記憶手段、周波数帯域分割手段、第 2 の記憶手段、エネルギーまたは実効値の算出手段、第 3 の記憶手段、特徴量の算出手段、重み値の算出手段、乗算手段、第 4 の記憶手段、総和手段を設けることにより、人間の聴覚が聴感上の雑音抑制のために利用している音の物理的な特徴を用いて入力信号の周波数の重みづけを行うことにより雑音が混在した音響信号から雑音を抑制することにより目的の音響信号を抽出ことができる優れた雑音抑制装置を実現するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来例における雑音抑制装置の構成を示すブロック図

【図 2】本発明の雑音抑制装置の構成図

【図 3】本発明の雑音抑制装置の実施例 1 及び実施例 2 および実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 における構成図

【図 4】本発明の雑音抑制装置の実施例 1 および実施例 2 における特徴量の算出手段の一例を示す図

【図 5】本発明の雑音抑制装置の実施例 2 および実施例 5 および実施例 8 および実施例 9 におけるピッチ抽出手段の一例を示す図

【図 6】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 における特徴量の算出手段の一例を示す図

【図 7】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 6 および実施例 9 におけるピッチが存在する周波数の確

率分布の一例を示す図

【図 8】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

【図 9】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 においてオンセットである判断の基準を説明するための音の大きさの変化に対する聴覚知覚に関する模式図

10 【図 1 0】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 において、オンセットの確からしさの算出方法の説明図

【図 1 1】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における (数 1 0) を図式化した図

20 【図 1 2】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

【図 1 3】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

【図 1 4】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

30 【図 1 5】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

【図 1 6】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 において、連続性の確からしさの算出方法の説明図

40 【図 1 7】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における (数 1 2) を図式化した図

【図 1 8】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における動作の説明のための図

【図 1 9】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施例 4 および実施例 5 および実施例 6 および実施例 7 および実施例 8 および実施例 9 における (数 1 4) を図式化した図

50 【図 2 0】本発明の雑音抑制装置の実施例 3 および実施

例4および実施例5および実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における動作の説明のための図

【図21】本発明の雑音抑制装置の実施例3および実施例4および実施例5および実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における(数15)を図式化した図

【図22】本発明の雑音抑制装置の実施例3および実施例4および実施例5および実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における動作の説明のための図 10

【図23】本発明の雑音抑制装置の実施例3および実施例4および実施例5および実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における動作の説明のための図

【図24】本発明の雑音抑制装置の実施例4および実施例7におけるピッチ抽出手段の一例を示す図

【図25】本発明の雑音抑制装置の実施例4および実施例7におけるピッチの確からしさの分布の一例を示す図

【図26】本発明の雑音抑制装置の実施例4および実施例7において、ピッチの推定値に対しピッチが存在する確率分布の一例を示す図 20

【図27】本発明の雑音抑制装置の実施例5および実施例8において、ピッチの推定値に対する確からしさの確率分布の一例を示す図

【図28】本発明の雑音抑制装置の実施例5および実施例8において、ピッチの推定値に対しピッチが存在する確率分布の一例を示す図

【図29】本発明の雑音抑制装置の実施例6および実施例7および実施例8および実施例9において、評価値の計算の一例を示す流れ図 30

【図30】本発明の雑音抑制装置の実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における動作の説明のための図

【図31】本発明の雑音抑制装置の実施例6および実施例7および実施例8および実施例9における動作の説明のための図

【図32】本発明の実施例9における雑音抑制装置の構成を示す構成図

【図33】本発明の実施例9における雑音抑制装置による効果を示す図 40

#### 【符号の説明】

- 1 音声入力用の接話マイク
- 2 雑音成分信号入力用のセンサマイク
- 3 ローパスフィルタ
- 4 ローパスフィルタ
- 5 バンドパスフィルタバンク
- 10 i から 10 N 雑音除去回路
- 11 i から 11 N 位相差検出補正回路
- 12 i から 12 N レベル差検出補正回路

- 1 0 0 信号の時間分割手段
- 2 0 0 ピッチ抽出手段
- 3 0 0 第1の記憶手段
- 4 0 0 周波数帯域分割手段
- 5 0 0 第2の記憶手段
- 6 0 0 エネルギーまたは実効値の算出手段
- 7 0 0 第3の記憶手段
- 8 0 0 特徴量の算出手段
- 9 0 0 重み値の算出手段
- 9 1 0 乗算手段
- 9 2 0 第4の記憶手段
- 9 3 0 総和手段
- 3 8 1 0 第1のピッチ抽出手段
- 3 8 2 0 第2のピッチ抽出手段
- 3 8 3 0 ピッチの推定値の算出手段
- 1 0 0 0 信号の時間分割手段
- 1 0 0 1 ピッチ抽出手段
- 1 0 0 2 第1の記憶手段
- 1 0 0 3 周波数帯域分割フィルタ
- 1 0 0 4 第2の記憶手段
- 1 0 0 5 エネルギーの算出手段
- 1 0 0 6 第3の記憶手段
- 1 0 0 7 特徴量の算出手段
- 1 0 0 8 重み値の算出手段
- 1 0 0 9 乗算手段
- 1 0 1 0 第4の記憶手段
- 1 0 1 1 総和手段
- 1 1 0 1 オンセットの算出手段
- 1 1 0 2 オフセットの算出手段
- 1 1 0 3 連続性の算出手段
- 1 1 0 4 調波性の算出手段
- 1 1 0 5 オンセットの同期性の算出手段
- 1 1 0 6 オフセットの同期性の算出手段
- 1 2 0 0 第1のピッチ抽出手段
- 1 2 0 1 第2のピッチ抽出手段
- 1 2 0 2 第nのピッチ抽出手段
- 1 2 0 3 ピッチの推定値の算出手段
- 1 3 0 1 ピッチの評価測度の算出手段
- 1 3 0 2 オンセットの評価測度の算出手段
- 1 3 0 3 オフセットの評価測度の算出手段
- 1 3 0 4 連続性の評価測度の算出手段
- 1 3 0 5 調波性の評価測度の算出手段
- 1 3 0 6 オンセットの同期性の評価測度の算出手段
- 1 3 0 7 オフセットの同期性の評価測度の算出手段
- 9 0 0 0 信号の時間分割手段
- 9 0 0 1 ピッチ抽出手段
- 9 0 0 2 第1の記憶手段
- 9 0 0 3 フーリエ変換手段
- 9 0 0 4 第2の記憶手段
- 9 0 0 5 実効値算出手段

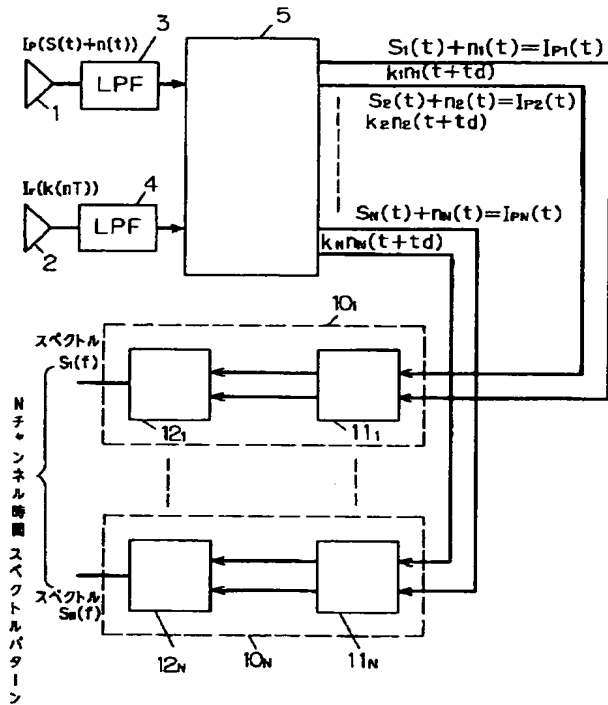
53

54

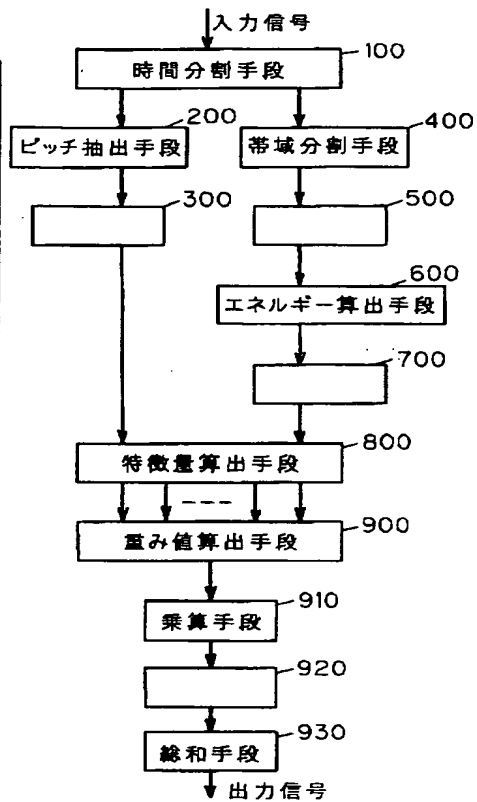
9006 第3の記憶手段  
 9007 特徴量の算出手段  
 9008 重み値の算出手段  
 9009 乗算手段

9010 フーリエ逆変換手段  
 9011 第4の記憶手段  
 9012 総和手段

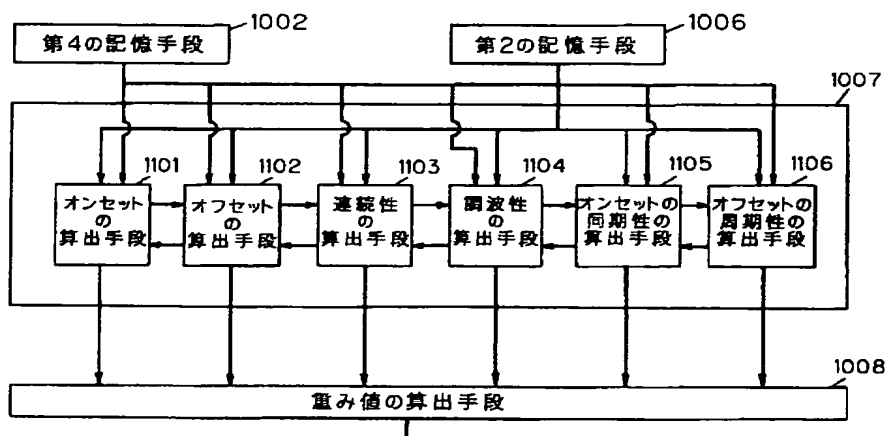
【図1】



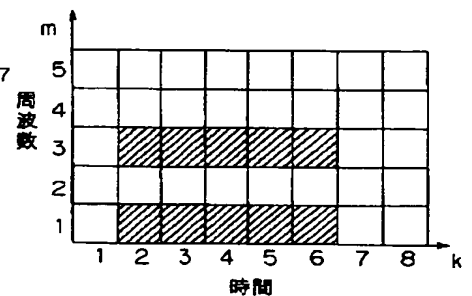
【図2】



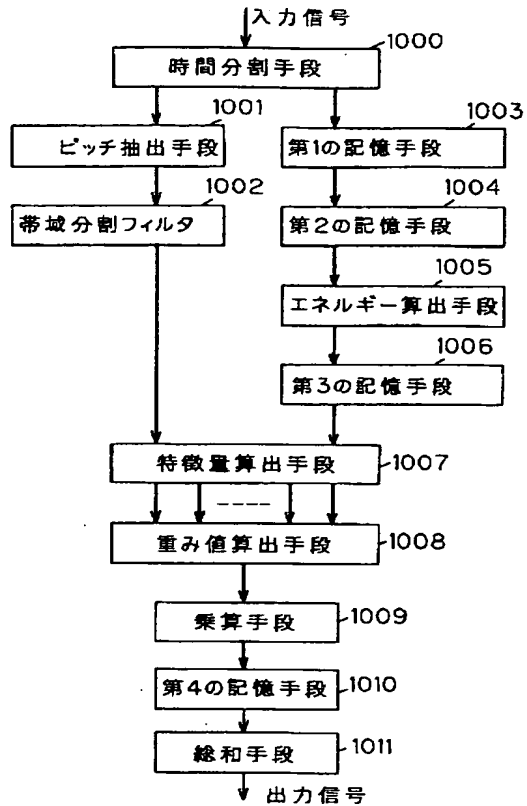
【図4】



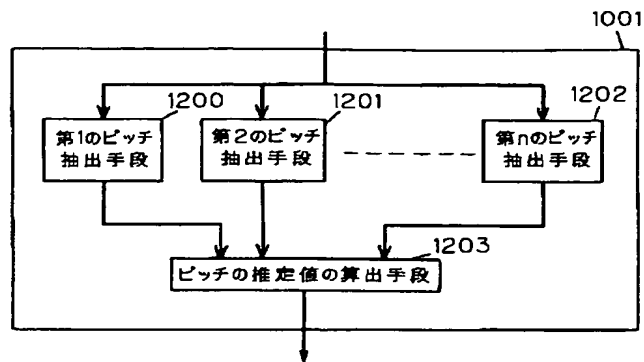
【図8】



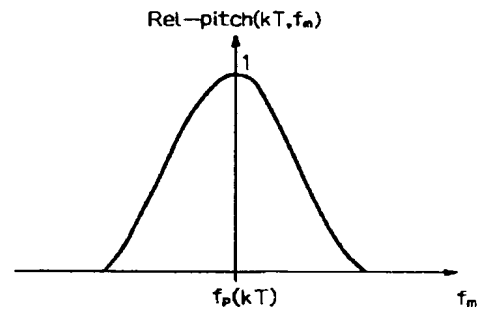
【図 3】



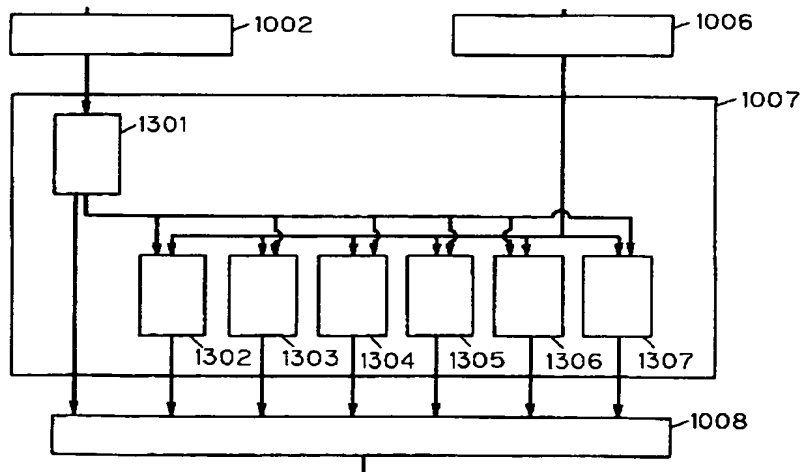
【図 5】



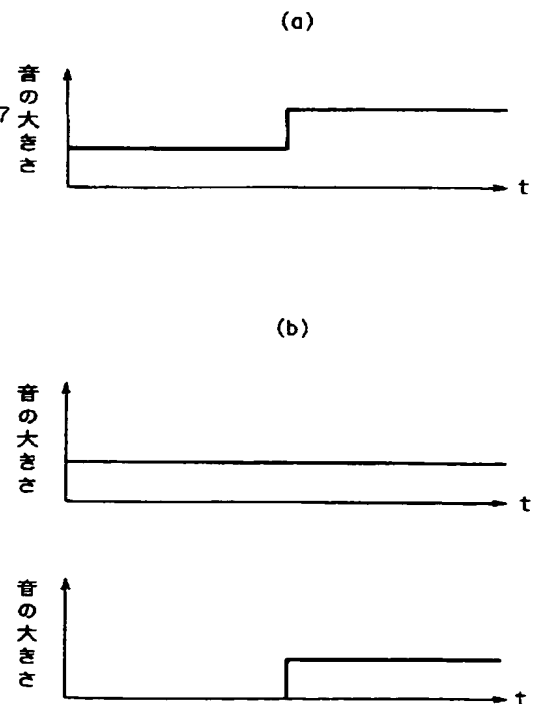
【図 7】



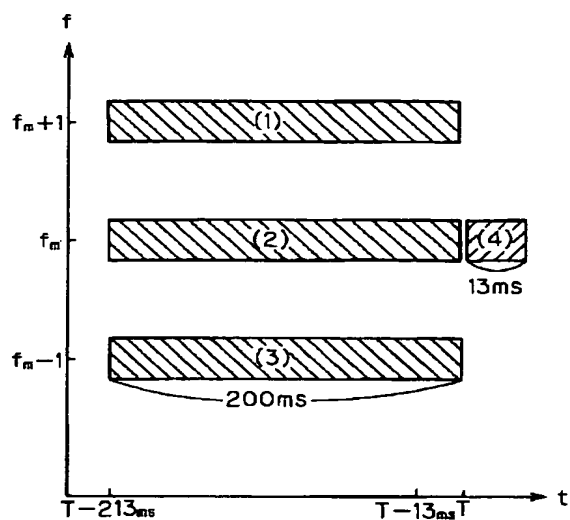
【図 6】



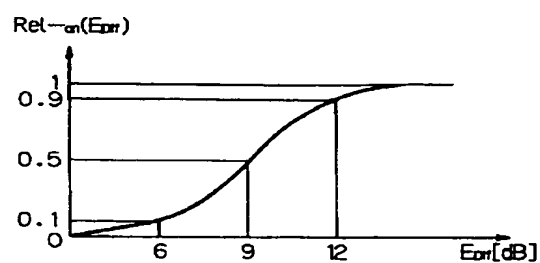
【図 9】



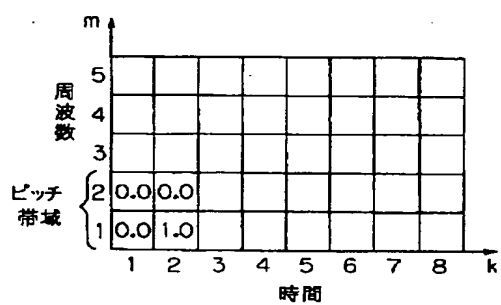
【図 10】



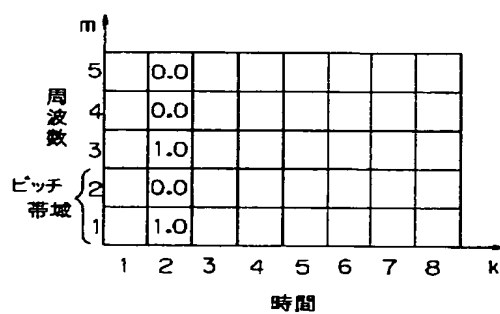
【図 11】



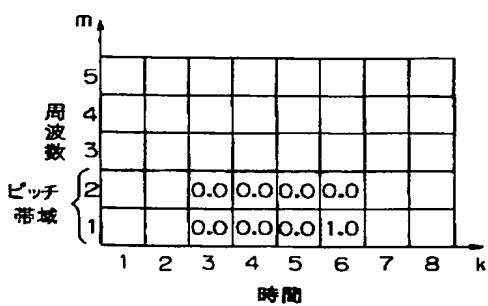
【図 12】



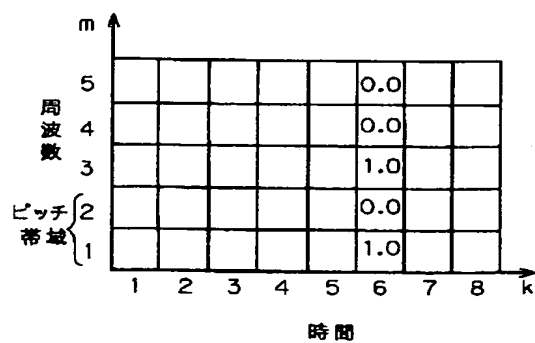
【図 13】



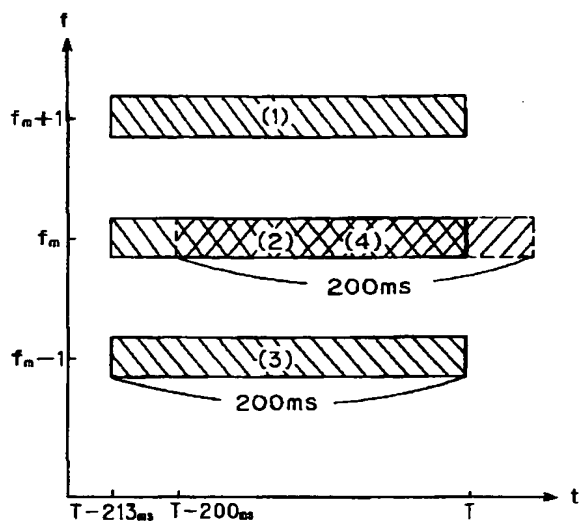
【図 14】



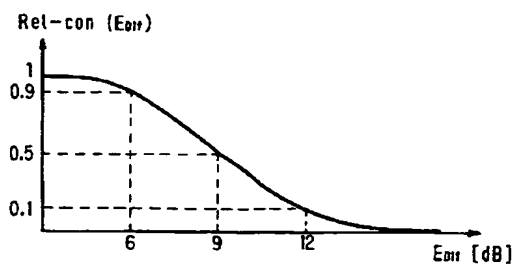
【図 15】



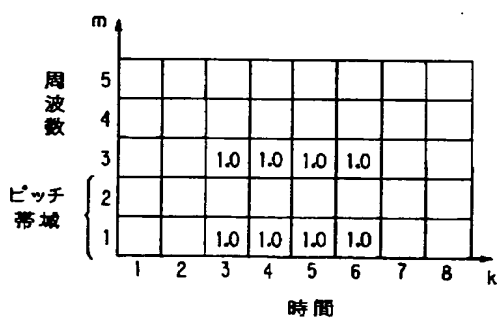
【図16】



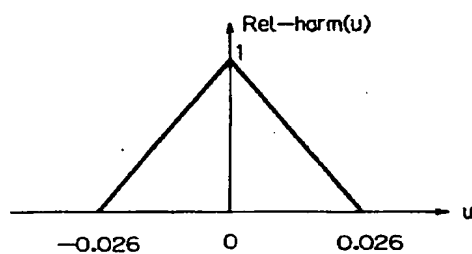
【図17】



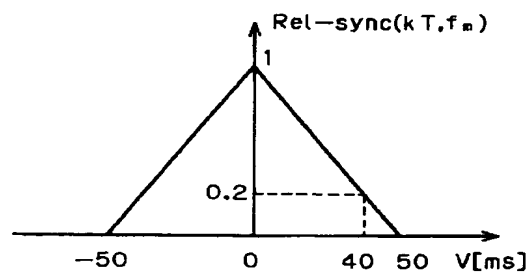
【図18】



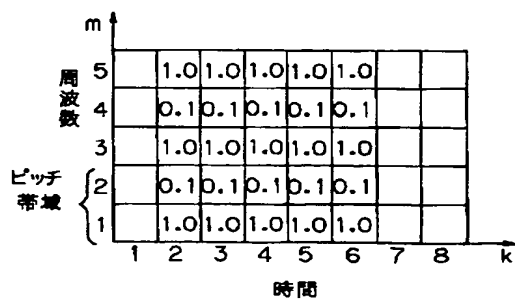
【図19】



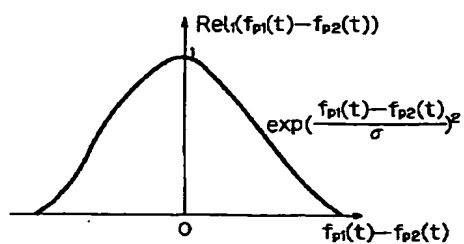
【図21】



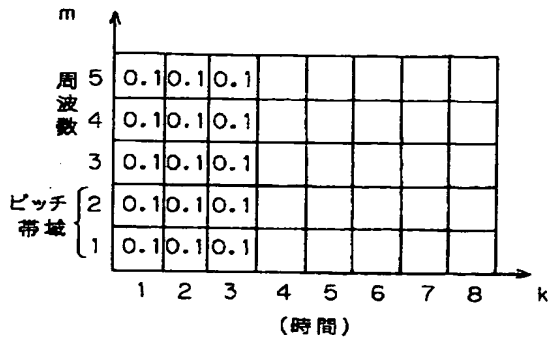
【図20】



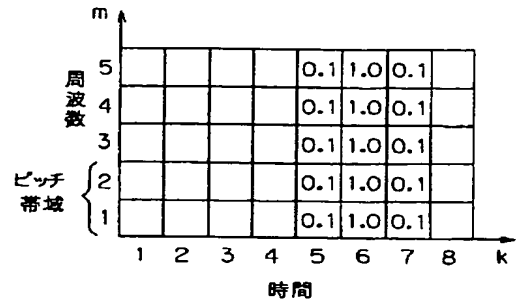
【図25】



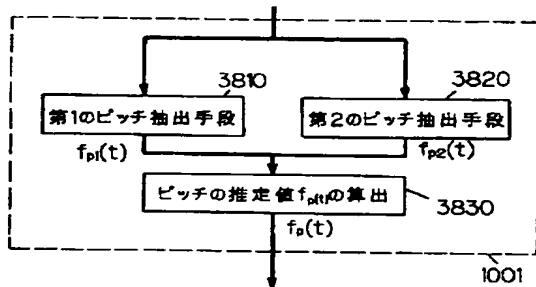
【図22】



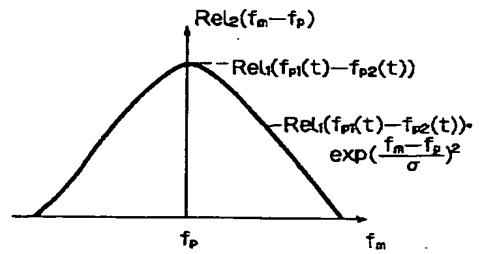
【図23】



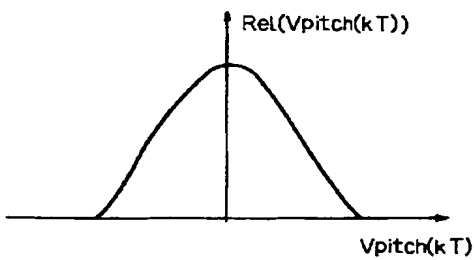
【図24】



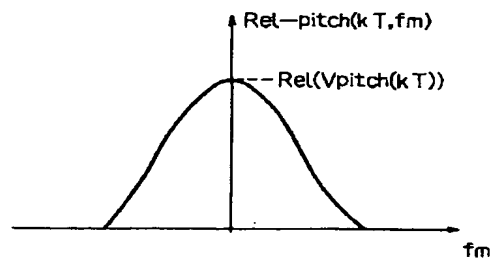
【図26】



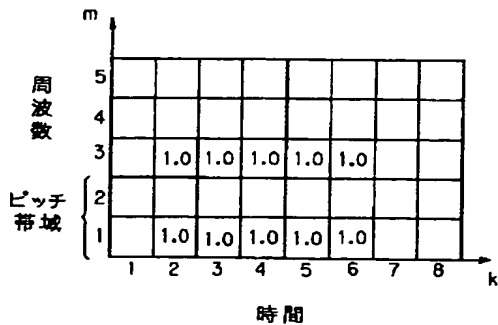
【図27】



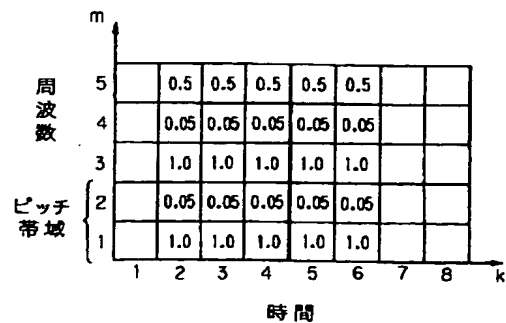
【図28】



【図30】

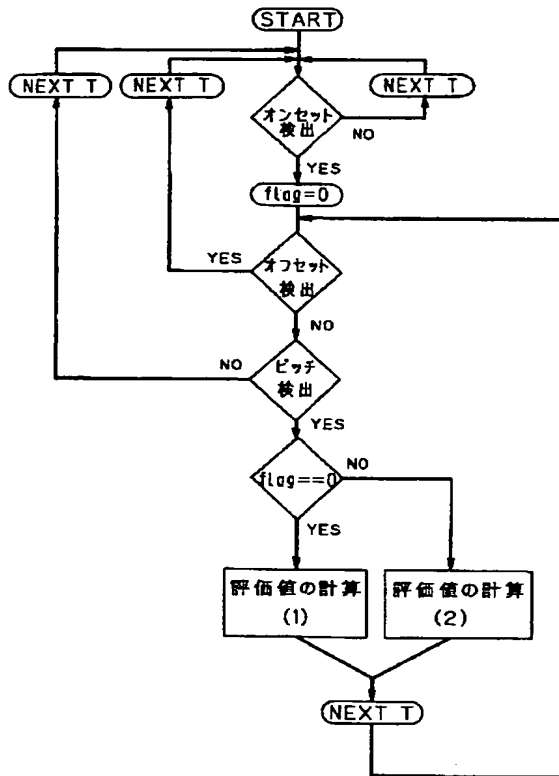


【図31】

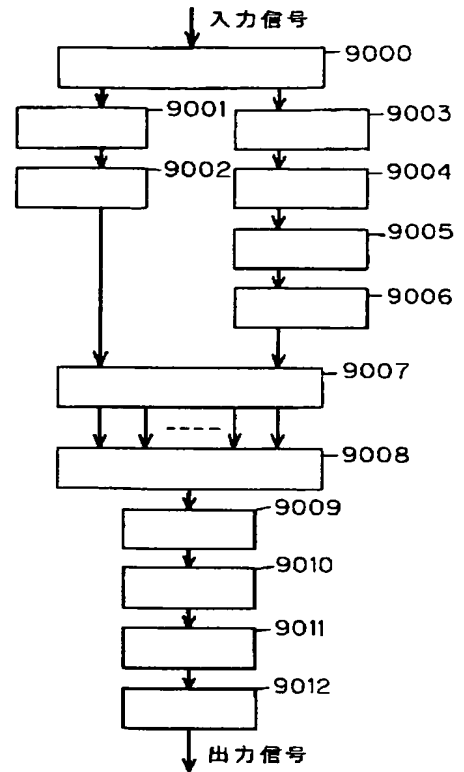




【図 29】

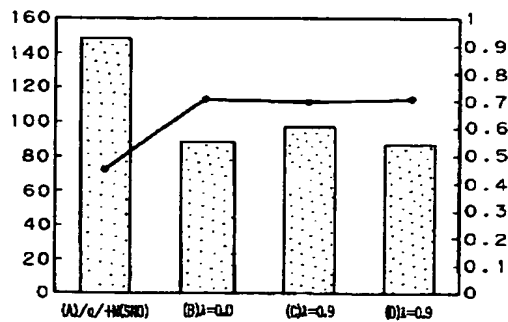


【図 32】



【図 33】

→ SNR  
 ▨ residual



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年4月10日(2002.4.10)

【公開番号】特開平9-44186

【公開日】平成9年2月14日(1997.2.14)

【年通号数】公開特許公報9-442

【出願番号】特願平7-194580

【国際特許分類第7版】

G10L 21/02

15/02

H04B 15/00

【FI】

G10L 3/02 301 D

9/00 F

301 A

H04B 15/00

【手続補正書】

【提出日】平成14年1月16日(2002.1.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】音響信号を時間分割する信号の時間分割手段と、前記信号の時間分割手段による短時間セグメントの信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、前記ピッチ抽出手段によって求められたピッチを格納する第1の記憶手段と、前記信号の時間分割手段の出力信号を複数の周波数帯域に分割する周波数帯域分割手段と、前記周波数帯域分割手段の出力を格納する第2の記憶手段と、前記第2の記憶手段の出力のエネルギーまたは実効値を算出するエネルギーまたは実効値算出手段と、前記エネルギーまたは実効値算出手段の出力を格納する第3の記憶手段と、前記第3の記憶手段と前記第1の記憶手段の出力から特徴量の抽出を行う特徴量の算出手段と、ある時間区間のある周波数帯域の信号の重み値の算出を行う重み値の算出手段と、前記第2の記憶手段の出力と前記重み値の算出手段の積を算出する乗算手段と、前記乗算手段の出力を格納する第4の記憶手段と、前記第4の記憶手段の出力の総和を算出する総和手段とを備えたことを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項2】重み値の算出手段は特徴量の有無によって重み値を決定することを特徴とする請求項1記載の雑音抑制装置。

【請求項3】特徴量の算出手段は特徴量の確からしさを特徴量の評価尺度とすることを特徴とする請求項1記載

の雑音抑制装置。

【請求項4】重み値の算出手段は特徴量の評価測度を乗算により統合することにより重み値を算出することを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項5】重み値の算出手段は特徴量の評価測度をファジィ積分により統合することにより重み値を算出することを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項6】ピッチの抽出手段は複数のピッチ抽出方法を用い複数の出力の平均値をピッチとして用いることを特徴とする請求項2記載の雑音抑制装置。

【請求項7】特徴量の算出手段は複数のピッチ抽出手段の出力からピッチの確からしさを算出することを特徴とする請求項3記載の雑音抑制装置。

【請求項8】ピッチ抽出手段は異なる複数のピッチ推定法により推定されたピッチによりピッチを推定することを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項9】特徴量の算出手段は異なる二つのピッチ推定法により推定されたピッチの差から推定されたピッチの確からしさを求めることを特徴とする雑音抑制装置。

【請求項10】特徴量の算出手段は異なる複数のピッチ推定法により推定されたピッチの分散から推定されたピッチの確からしさを求めることを特徴とする雑音抑制装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、音声などの音響信号の周波数成分を人間の聴覚特性をもちいて重み付けするこ

とにより、雑音が混在した音響信号から目的音を抽出する装置に関する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の雑音抑制装置は、音響信号を時間分割する信号の時間分割手段と、前記信号の時間分割手段による短時間セグメントの信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、前記ピッチ抽出手段によって求められたピッチを格納する第1の記憶手段と、前記信号の時間分割手段の出力信号を複数の周波数帯域に分割する周波数帯域分割手段と、前記周波数帯域分割手段の出力を格納する第2の記憶手段と、前記第2の記憶手段の出力のエネルギーを算出するエネルギー算出手段と、前記エネルギー算出手段の出力を格納する第3の記憶手段と、前記第3の記憶手段と前記第1の記憶手段の出力から特徴量の抽出を行う特徴量の算出手段と、ある時間区間のある周波数帯域の信号の重み値の算出を行う重み値の算出手段と、前記第2の記憶手段の出力と前記重み値の算出手段の積を算出する乗算手段と、前記乗算手段の出力を格納する第4の記憶手段と、前記第4の記憶手段の出力の総和を算出する総和手段を有している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0107

【補正方法】変更

【補正内容】

【0107】以下で前記特徴量の評価測度の算出手段について詳細に説明する。ピッチの評価測度の算出手段1301は、前記ピッチ抽出手段1001で計算された $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差からピッチ $f_p(kT)$ の確からしさを決定する。 $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差が0の時ピッチは精確に抽出されたとしピッチ $f_p(kT)$ の確からしさは1とする。 $f_{p1}(kT)$ と $f_{p2}(kT)$ の差が大きくなると確からしさは減少する。ピッチの確からしさが図25のように $f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT)$ の値によってガウス分布するとするとピッチの確からしさ $Rel(f_{p1}(kT) - f_{p2}(kT))$ が(数17)で決定される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正内容】

【0112】図11は(数10)を図式化したものである。オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまではピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさを計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさが1.0が算出できたとする。この時図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさを1.0を割り当てる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0277

【補正方法】変更

【補正内容】

【0277】図11は(数10)を図式化したものである。オンセットの確からしさはピッチ帯域でオンセットが検出されるまでピッチ帯域でのみ計算される。図12及び図13は図8の信号に対する前記オンセットの確からしさを説明する説明図である。図12において時刻 $k=2$ でピッチ帯域の前記オンセットの確からしさが1.0となり閾値0.8を越えたので時刻 $k=2$ から全周波数帯域で前記オンセットの確からしさを計算を始める。 $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ で前記オンセットの確からしさが1.0が算出できたとする。この時図13のように $(k, m) = (2, 1)$ と $(2, 3)$ に前記オンセットの確からしさを1.0を割り当てる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0298

【補正方法】変更

【補正内容】

【0298】図33は前記構成によって得られた出力信号の $S/N$ 比と残差を示す図である。図33の(A)は入力信号の $S/N$ 比と残差、(B)は $\lambda=0.0$ のときの $S/N$ 比と残差、(C)は $\lambda=-0.9$ のときの $S/N$ 比と残差、(D)は $\lambda=0.9$ のときの $S/N$ 比と残差である。図33のように(B)(C)(D)とも(A)に比べて $S/N$ 比が増加し残差が減少しており、前記構成の効果が確認できる。

【手続補正8】

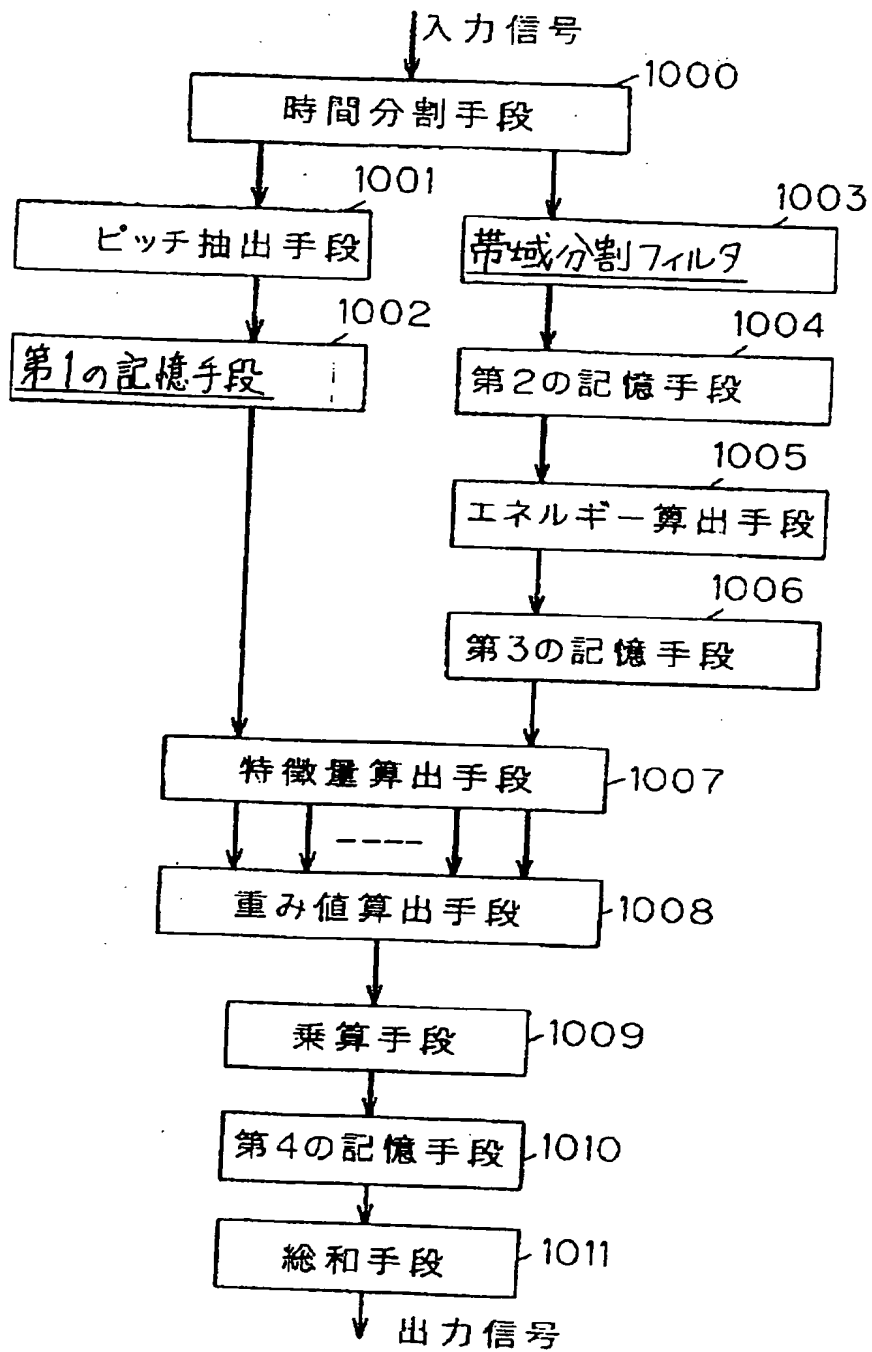
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】



【手続補正9】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図33

【補正方法】変更

【補正内容】

【図33】

—•— SNR  
▤ residual

